Untersuchungen

über die

Einwirkung verschieden tiefer Ansaat

auf die Entwickelung

der Erbse, Linse und Wicke

von beginnender Keimung bis zur Fruchtbildung

von

Dr. J. Hugo Scheidhauer.

Leipzig,

Druck von Alexander Edelmann,

Universitäts-Buchdrucker.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553622_0146

In neuerer Zeit findet die Frage, in welcher Bodentiefe die Ansaaten der Kulturgewächse am zweckmässigsten auszuführen seien, wol bedingt durch die der Landwirthschaft jetzt zu Gebote stehenden verbesserten Geräthschaften, erhöhte Aufmerksamkeit. Aus letzter Zeit liegen zwei Abhandlungen von Tietschert [1]) und Ekkert [2]) vor, die sich in Rücksicht bestimmter Pflanzenarten mit der Tiefe der Unterbringung der Samen beschäftigen.

Die folgenden Mittheilungen, von Versuchen handelnd, die darauf gerichtet waren, die Keimung der Erbsen, Linsen und Wicken bei verschieden tiefer Ansaat zu beobachten und das Wachsthum der aus solchen Ansaaten erhaltenen Pflanzen bis zur Blüthen- und Fruchtentwickelung zu verfolgen, reihen sich den letztgenannten Arbeiten an.

In den Schriften von Ekkert und Tietschert sind mannigfache Literaturangaben, namentlich aus den Werken landwirthschaftlicher Schriftsteller, hinsichtlich der geeignetsten Ansaatsweise der Samen der Kulturpflanzen enthalten. Da nun eingehendere Untersuchungen über die zweckmässigste Tiefe der Ansaat der Erbsen, Linsen und Wicken zu fehlen scheinen, so muss auf jene Schriften und die Lehrbücher der Landwirthschaft, hinsichtlich specieller Literaturnachweise des zu behandelnden Gegenstandes, verwiesen werden. Hervorzuheben ist aber, dass nach landwirthschaftlicher Erfahrung auf Klima, Bodenbeschaffenheit und

---

1) Tietschert: Keimungsversuche mit Roggen und Raps. 1872.

2) Ekkert: Ueber Keimung, Bestockung und Bewurzelung der Getreidearten nebst Untersuchungen über die zweckmässigste Tiefe der Unterbringung mit Berücksichtigung des Auswinterns. Leipzig, 1873.

Zeit der Ansaat bei Feststellung der Tiefe der Unterbringung Rücksicht genommen wird und dass, um einen landwirthschaftlichen Schriftsteller, der sich in geringerer oder grösserer Uebereinstimmung mit Anderen hierin befindet, anzuführen von v. Rosenberg-Lipinsky[1]) 1½ bis 2½ Zoll, als zweckmässige Tiefen für Erbsen, Linsen und Wicken bezeichnet werden.

Hoffentlich stehen meine Erfahrungen über die Entwickelung und das Gedeihen der Erbsen-, Linsen- und Wickenpflanzen, wie sie in nachstehenden Mittheilungen enthalten, in allen Punkten mit den von der landwirthschaftlichen Praxis Gewonnenen in Uebereinstimmung und wird durch Erstere ein Beitrag zur Beantwortung der Frage geliefert, in welcher Tiefe angesät, die Samen die gedeihlichste Entwickelung der Pflanzen versprechen.

Der Betrachtung der Versuchsreihen, welche mit Erbsen, Linsen und Wicken angestellt wurden, mögen aber einige Mittheilungen über die Beschaffenheit der ungekeimten Samen, der Gewebe der heranwachsenden Keimpflanzen, der Stoffwanderung in denselben und einige Angaben über den Verlauf der Keimung hinsichtlich der äusseren Gestaltung der Pflanzen vorangehen.

Abgesehen von der Form zeigen Erbsen-, Linsen- und Wickensamen im innern Baue Verwandtschaft, in der Beschaffenheit des Zellinhaltes ruhender Samen Uebereinstimmung, dies und die Gleichartigkeit der Entwickelung der Keimpflanzen ist die Veranlassung, dass nachfolgend die Beschaffenheit der Samen und der Keimungsverlauf nebeneinandergehend beschrieben und die Versuchsreihen gemeinschaftlich behandelt werden.

Der Samen der Erbsen, Linsen und Wicken besteht aus der Schale und dem Embryo. Die Keimknospe liegt zwischen den Cotyledonen, das sie tragende Axenstück ist nach einwärts gekrümmt, nach abwärts streckt sich das Würzelchen, den nebeneinander liegenden Rändern der Cotyledonen angrenzend, wird es von der Samenschale bedeckt und endigt etwas oberhalb des Nabels. Die Samenlappen der drei Pflanzenarten sind nach Inhalt der Zellen und Beschaffenheit der Gewebe ziemlich gleichartig. Die Epidermis der Cotyledonen wird von einer Zelllage

1) v. Rosenberg-Lipinsky: Der praktische Ackerbau II. Band, Seite 572.

gebildet, die grösste Masse der Cotyledonen nimmt das Parenchym ein, welches Luftlücken zwischen den Zellen besitzt und von Nerven durchzogen ist.

Die Epidermiszellen sind stärkfrei, die grossen polygonen Zellen des Parenchym mit grossen Stärkekörnern und zahlreichen kleinen, zwischen gelagerten Aleuronkörnern[1]) gefüllt.

Die Samenschale der Erbse besitzt eine äussere Schicht pallisadenförmig gestalteter Zellen, von einer Lage Zellen gebildet, nach innen folgt eine zweite Lage mit Zellen von Schnürleibform.

Letztere Zellen sind verschieden dicht gestellt und lassen beträchtliche leere Räume zwischen sich, die pallisadenförmigen Zellen haben oben sehr geringes Lumen, nach unten zu ist dasselbe etwas breiter, diese Zellen erscheinen von aussen gesehen, als polyedrische Flächen, dicht gestellt wie Pflasterung, die Zellen der zweiten Schicht sind an der Basis am breitesten. Unter derselben liegen mehrere Lagen zusammengequetschter, rundlicher Zellen mit ebenfalls verdickten Wandungen.

Das Ende der Keimaxe des Erbsenembryo wird von zwei dreitheiligen mit breiter Basis ansitzenden Blattanlagen, deren spitze, mittelste Endigungen zusammenneigen, überragt.

In der Mitte dieser Blätter stehen an der Axe des ungekeimten Samens die jugendlichen Anlagen einiger weiterer Blätter, und befindet sich der Vegetationskegel. Die beiden äusseren Blätter verändern sich im weiteren Wachsthum sehr wenig, sie begrenzen das erste und zweite Internodium und bleiben auf die schon vorher ausgebildeten, seitlichen Nebenblätter und auf eine mittelständige, spitze Hervorragung beschränkt, erst das dritte Blatt erlangt gewöhnlich vollständige Ausbildung.

Der hypocotyle Zapfen, wie das die Keimknospe tragende Stück der Axe oberhalb der Cotyledonen werden von der aus einer Zelllage bestehenden Epidermis, deren Zellen in der

---

1) Sachs: Lehrbuch der Botanik 3. Auflage, Seite 54. — Fig. 48. Schnitte aus den Cotyledonen von Pisum sativum. — Pfeffer, in Pringsheim's Jahrbüchern f. wissenschaftliche Botanik. Band 8. — Untersuchungen über die Proteinkörner und die Bedeutung des Asparagin bei dem Keimen der Samen.

Richtung des Radius gestreckt sind, bedeckt. Die Zellen der Epidermis sind reich mit plasmatischer Substanz gefüllt.

An Querschnitten des hyporotylen Zapfens machen sich auf Jod Zusatz ausser der Epidermis, die an Stärke und Plasma reichen Zellen der Rinde und ein centraler, stärkefreier Kreis von Zellen, im Wesentlichen das Procambium der Fibrovasalstränge, da Mark nicht zur Entwickelung gelangt, kenntlich.

In dem die Knospe tragenden Axenstücke, oberhalb der Cotyledonen sind die Rindenzellen ebenfalls mit Stärke und plasmatischer Substanz gefüllt. Ausser dem grossen centralen Kreise, dem Procambium der Fibrovasalstränge, welcher die Mitte der Axe fast ausschliesslich einnimmt, da in den vorhandenen Axenstücken ebenfalls wenig oder kein Mark ausgebildet wird, sind noch vier kleinere, peripherische Zellkreise vorhanden, welche in das Gewebe der Rinde eingebettet, das Procambium von vier peripherisch gelegenen Fibrovasalsträngen darstellen und sich als stärkefreie Zellpartien markiren.

Die Samenschale der Linse ist von aussen gesehen mit feinhöckrigen kleinen Wölbungen bedeckt, den Endigungen der Zellen der äusseren Lage. Diese Zellen sind pallisadenförmig gestaltet, unter ihnen befindet sich, wie in der Erbsenschale, eine Lage schnürleibförmig gestalteter Zellen und darunter mehrere Lagen schwächer verdickter, länglich runder, zusammengequetschter Zellen, von denen die mehr nach aussen stehenden, grünen Inhalt, an den Wandungen gelegen, führen. Lage und Beschaffenheit des hypocotylen Zapfens und des die Keimknospe tragenden Axenstückes, wie die Keimknospe selbst, sind in den Linsensamen, wie denen der Wicke, der Erbse sehr ähnlich.

Die Keimknospe der Linse besteht aus zwei äusseren grösseren, dreizipfligen Blattanlagen, welche mehrere jüngere Blattanlagen und den Vegetationskegel umgeben. Die äusseren Blättchen bleiben in weiterer Entwickelung wiederum rudimentär; erst das dritte Blatt ist ein entwickeltes Laubblatt.

Der hypocotyle Zapfen des Linsenembryo besitzt ebenfalls wenig oder kein Mark, das Procambium der Fibrovasalstränge ist stärkefrei und durch concentrische Stellung der Zellen charakterisirt.

Die Zellen des Rindenparenchym enthalten Plasma und Stärke. Die Epidermisschicht ist stärkefrei und reich an Plasma. Hinsichtlich der Keimaxe oberhalb der Cotyledonen lässt sich das für die Erbse gesagte wiederholen. Die stärkefreie, plasmareiche, einschichtige Epidermis, die stärkeführenden Rindenzellen, die 4 peripherischen Kreise und der grosse centrale Kreis des Procambium der Fibrovasalstränge setzen den Körper der Axe zusammen.

Ganz dieselben Elemente sind am Wickenembryo in dem die Keimknospe tragenden Axenstücke, oberhalb der Cotyledonen, zu unterscheiden, auch der hypocotyle Zapfen zeigt im centralen Gefässbündelkreise, der plasmareichen einschichtigen Epidermiszellreihe, den stärkeführenden Rindenzellen übereinstimmendes.

Die Samenschale der Wicke ist, von aussen gesehen, mit kleinen Erhabenheiten bedeckt. Die Enden der äusseren Zelllage erheben sich nach aussen freihalbkuglich, die Zellen sind pallisadenförmig gestaltet und zeigen in ihrer Längsausdehnung verschieden gefärbte Querzonen. Letztere sind weiss, licht- und dunkelbraun, sie verursachen nebst tiefer liegenden Zellen die dunkele Farbe der Samenschale. Auf die Pallisadenzellen folgt ein Lage schnürleibförmiger Zellen, darunter eine dritte Schicht ans mehreren Lagen von Zellen bestehend, von polyedrischer Gestalt mit olivenfarbigen Wandungen, auch braunem Inhalte.

In der Keimknospe des Wickenembryo befinden sich aussen drei grössere, dreitheilige Blattanlagen, mehrere jüngere Blattanlagen und den Vegetationskegel umgebend. In weiterer Entwickelung bleiben die drei äusseren Blätter der Knospe rudimentär, lediglich auf die Nebenblätter und eine geringe Hervorragung, dem verkümmerten Laubblatte entsprechend, beschränkt.

Die Blattanlagen der Erbsen-, Linsen- und Wickenkeimknospen enthalten plasmatische Substanz, die entwickelteren Blätter gewöhnlich reichlichere Mengen Stärke.

Die ziemlich gleichartige Entwickelung der Keimpflanzen der Erbsen, Linsen und Wicken, der Verlauf der Keimung vollzieht sich im Wesentlichen, wie folgt. Nach begonnener Keimung tritt die Wurzel mit der Spitze aus der Samenschale heraus, und zwar trennt sich gewöhnlich der derselben aufliegende Theil der Schale, als kleiner Lappen, von seinem Nachbargewebe, nur

nach oben in Zusammenhang bleibend. Aus dieser Oeffnung wächst die Wurzel heraus.

Die Keimaxe mit der Knospe wächst ebenfalls bald folgend zwischen den Cotyledonen hervor, sie bleibt aber, so lange sie in der Erde steckt, mit abwärts gerichteter Erdknospe hufeisenförmig gekrümmt und richtet sich erst über der Erde befindlich, am Lichte ergrünend, auf.

Die abwärtsgerichtete Stellung der Endknospe, die Krümmung der Axe, welche dies bewirkt, wird nach Sachs[1]) dahin erklärt, dass die Keimpflanzen der Dicotylen zu den bilateralen Gebilden mit Nutation in einer Ebene gehörten, später würde das Wachsthum der Axe ein multilaterales, sie wüchsen dem entsprechend vertical. In Folge der gekrümmten Stellung der Axe muss bei tiefer Lage der Samen in der Erde, soll die Erdoberfläche durch derartige Pflanzen erreicht werden, eine bedeutende Streckung des aufrechten Axenstückes eintreten. Die dabei stattfindenden Veränderungen des sich streckenden Axenstückes werden im Folgenden zu erörtern sein, hier genügt zunächst die Thatsache, dass eine solche, nach der Tiefe verschiedene Verlängerung der Axe stattfindet und nach Erreichen der Erdoberfläche die weitere Entwickelung der Pflanzen vor sich geht. Bis zu beendigter Keimung werden von den Erbsen-, Linsen- und Wickenpflanzen mehrere gestielte Blätter und eine später näher festzustellende Länge der Hauptaxe, an den Wicken- und Linsen-Hauptaxen gewöhnlich auch Nebenaxen producirt. Die den rudimentären folgenden, gestielten Blätter der Erbsen besitzen nur zwei Fiederblätter, die Nebenblätter sind gross und erstern Blättchen ähnlich, von den gestielten Blättern der Linsen und Wicken sind die ersten 2—3 ebenfalls einpaarig gefiedert, alle folgenden aber mehrpaarig gefiedert, die Nebenblätter auf kleine spitze Gebilde beschränkt.

Anschliessend der Angaben über die äussere Gestaltung sich entwickelnder Keimpflanzen, mag eine kurze Darstellung der wesentlichen Structurverhältnisse wachsender Pflanzen folgen.

Im hypocotylen Gliede und den wachsenden Wurzeln, welche kein Mark besitzen, bilden sich sehr bald im centralen Fibro-

1) Sachs, Lehrbuch der Botanik. 3. Auflage. Seite 759.

vasalbündelkreise Gefässe aus, die grössten Gefässe liegen zu innerst, nach aussen kleinere, umgeben von den Zellen der Gefässbündel.

Es sind Ringgefässe, getüpfelte und leiterförmig verdickte Gefässe in den Wurzeln in weiter Entwickelung vorhanden.

Umschlossen ist der centrale Gefässbündelkreis von dem Parenchym der Rinde und zu äusserst der Epidermis.

Die Beschaffenheit der Wurzelhaube und der Wurzelspitze, die Structur der Nebenwurzeln bieten nichts abweichendes von der gewöhnlichen Gestaltung solcher Gebilde.

In der Keimaxe oberhalb der Cotyledonen tritt die Sonderung der im ungekeimten Samen schon angelegten, peripherischen Gefässbündel und des grossen centralen Gefässbündelkreises in ihre entwickelten Elemente bald ein. Es bilden sich im Letzteren breite kurzgegliederte und langgestreckte schmale getüpfelte Gefässe, Ring- und Spiralgefässe aus. Die grössten Gefässe der centralen Gefässbündel liegen zu innerst, nach aussen kleinere, umgeben von parenchymatischen Zellen und Bastzellen.

Der centrale Kreis der Gefässbündel, wie die peripherischen Gefässbündel, sind je von einem Cylinder parenchymatischer Zellen, den Stärkeringen umschlossen, welche während der Keimung meist mit Stärke angefüllt bleiben. Die peripherischen Gefässbündel sind der Rinde eingelagert, welche Letztere nach aussen von der Epidermis, nach innen vom centralen Gefässbündelkreise begrenzt wird. Die peripherischen Gefässbündel bestehen in weiterer Entwickelung aus zwei gesonderten Partien, die Ausbildung ist nicht immer eine vollständige; im entwickelten Zustande enthalten sie nach aussen gelegen den Basttheil mit stark verdickten Bastzellen, nach innen einige von kleinzelligen, parenchymatischen Gewebe umgebene Gefässe.

In den Axen der Linsen und Wicken fehlt das Mark meist von den Cotyledonen aufwärts, bis zur Höhe des ersten rudimentären, zuweilen bis zu der des ersten gestielten Blattes, dagegen ist es in den Axen der Erbsen zuweilen bis zum Ansatze der Cotyledonen herab in etwas erheblicherer Menge entwickelt.

Nachfolgend soll die Stoffwanderung während der Keimung der Erbsen, Linsen und Wicken einige Erwähnung finden.

Die Axenorgane kommen hierbei vorzüglich in Betracht, nach

vorliegender Aufgabe sind die Veränderungen, welche im Zellinhalte dieser Pflanzentheile eintreten, auch von grösserem Interesse, die stickstoffhaltigen Substanzen wandern in wachsenden Pflanzen als Proteinstoffe, sie bewegen sich in den Fibrovasalsträngen und zwar für Pflanzen mit differenzirten Gewebesystemen namentlich in den dünnwandigen Zellen des Phloems[1]). Wie aber neuerdings Pfeffer[2]) nachgewiesen hat, ist das Asparagin, namentlich bei den Leguminosen, als Reservenahrungssubstanz, von erheblicher Bedeutung. Dieser Stoff lässt sich durch mikrochemische Reaction, wie die Stärke und der Zucker unter den sticktofffreien Reservenahrungsstoffen nachweisen, die folgenden Versuche waren auf Auffindung dieser Substanzen während der Keimung gerichtet. Der lebendigste Wechsel im Inhalte der Zellen tritt kurz nach Beginn der Keimung ein. Es beginnt die Verflüssigung der in der Keimaxe und in den Knospentheilen abgelagerten Reservestoffe, betreffentlich werden vor beginnender Streckung der Zellen in denselben kleine Stärkekörnchen transitorisch abgelagert.

Mit der Vergrösserung des Pflanzenkörpers rücken die Neubildungsherde auseinander, es bilden sich langgezogene Bahnen der wandernden Stoffe, an den Neubildungsorten, in den Wurzelspitzen und Knospen ist die Anhäufung und nach erfolgter Neubildung, nach vollzogenem Wachsthum der Zellen der Verbrauch an protosplasmatischer Substanz und Stärke zu constatiren.

Folgend sollen zunächst die Veränderungen im Zellinhalte der Axen an einigen Keimpflänzchen, von 1 Ctm. Tiefe im Boden, während der ersten Entwickelungszustände nachgewiesen werden. Der weitere Verlauf der Stoffwanderung bis zu beendigter Keimung wird sich wohl mit einigen Worten skizziren lassen. Nach vorliegendem Pflanzenmateriale werden später noch einige Ergänzungen gegeben werden und werden namentlich die Stengelaxen von Pflänzchen, welche aus verschiedener Tiefe hervorgewachsen waren, auf Differenzen im Zellinhalte untersucht und dann auch Grösse und Gestalt solcher Pflanzen verglichen werden. — Wie früher angegeben wurde, ist das Parenchym der Cotyledonen der

1) Sachs, Lehrbuch der Botanik. 3. Auflage. Seite 621.

2) Pfeffer: Ueber die Proteinkörner und die Bedeutung des Asparagins. Ringsh. Jahrb. f. wirth. Botanik, Bd. VIII.

Erbsen, Linsen und Wickensamen mit stickstoffhaltigen Substanzen und Stärke reich gefüllt, unter Verwendung des vorhandenen Reservematerials zum Aufbau des Pflanzenkörpers vollzieht sich die Keimung.

Unter den geeigneten Bedingungen erreichten die Würzelchen einschliesslich des hypocotylen Gliedes einiger Pflänzchen bis zum dritten Tage folgende Länge

Erbsen.	Linsen.	Wicken.
10. 17. 12.	17. 14.	3. 6. 10. Millimeter.

Die Keimknospe befand sich noch zwischen den Cotyledonen.

Das Rindenparenchym vorstehend verzeichneter Erbsenwürzelchen enthielt reichliche Mengen Stärke und Zucker. Asparagin war nach der auch bei den folgenden Versuchen eingeschlagenen Methode, die Schnitte der Pflanzentheile auf ein Objectglas in Weingeist, unter wenn nöthig wiederholter Erneuerung des verdunsteten Weingeistes zu legen und das aus demselben auskrystallisirte Asparagin unter dem Mikroskope zu beobachten, nicht nachzuweisen.

In Würzelchen der Linsen und Wicken von obigen Längen war Asparagin ebenfalls nicht nachweisbar, Stärke und Zucker dagegen in den Parenchymzellen der Rinde reichlich vorhanden. Die Länge von Erbsenpflänzchen am 7. Tage nach der Einsaat betrug einesfalls

15 und 19 mm. von den Cotyledonen aufwärts,
120 und 133 mm. die Wurzellänge;

andernfalls waren am 9. Tage Erbsenpflänzchen einer anderen Ansaat von den Cotyledonen aufwärts

15, 15 und 20 mm. hoch.

Die Gleichartigkeit der Grösse der Pflanzen beider Ansaaten nach ungleichen Zeiträumen für die Entwickelung erklärt sich wesentlich aus den verschiedenen äusseren Bedingungen, welchen sie unterlegen hatten, namentlich waren die obwaltenden Temperaturen für das Wachsthum von erheblichem Belange.

Zucker war im Rindenparenchym der Stengelaxen dieser Pflänzchen in ganzer Länge derselben vorhanden, Asparagin wenig.

Der Gehalt an Stärke variirte etwas. Eine Pflanze, welche etwas Mark bis zum Ansatze der Cotyledonen herab besass, ent-

hielt in den Markzellen und den Stärkeringen Stärke. In einer zweiten Pflanze ohne Mark war Stärke in den Stärkeringen und in den Stärkeparenchymzellen, der Gefässbündelumgebung, vorhanden.

Im hypocotylen Gliede, welches der Wurzel bei allen drei Pflanzenarten sehr ähnlich ist, wie diese lediglich einen centralen Gefässbündelkreis und kein oder wenigstens wenig Mark besitzt, sich im inneren Baue von der Wurzel, abgesehen der Wurzelspitze und Wurzelhaube, wesentlich durch die grössere Masse des Rindenparenchyms unterscheidet, war wenig Asparagin in den Rindenzellen nachzuweisen, dagegen war Zucker im Rindenparenchym des hypocotylen Gliedes reichlich, meist auch Stärke in grösserer Menge vorhanden.

Die Grösse einiger Linsenpflanzen vom 8. Tage nach der Ansaat betrug vom Samen zur Spitze:

25 und 28 mm.

60 und 90 mm. die Länge der Wurzeln.

Die Länge der Pflänzchen einer andern Ansaat vom 9. Tage von den Cotyledonen zur Spitze betrug:

17, 24 und 27 mm.

Die Stengelaxen dieser Pflänzchen enthielten grosse Mengen Asparagin. Zucker war im Rindenparenchym reichlich vorhanden.

In den entwickelteren Pflanzen beschränkte sich die Stärke lediglich auf die Stärkeringe, weniger Entwickelte enthielten etwas Stärke im Rindenparenchym und zwar in den Zellen der Gefässbündelumgebung.

Unter dem Vegetationskegel fand sich stets etwas Stärke in Rindenparenchym der Stengelaxe aller Linsen-, Wicken- und Erbsenpflänzchen bis zu beendigter Keimung.

Die Rindenzellen des hypocotylen Gliedes vorstehendes Linsenpflänzchen enthielten grosse Mengen Asparagin, Zucker war in denselben vorhanden, Stärke ziemlich reichlich.

Wickenpflänzchen vom 7. Tage nach der Ansaat waren einesfalls von der Spitze bis zum Samen

33 und 36 mm. gross,

mit 40 und 70 mm. Wurzellänge,

andernfalls betrug die Länge von dem Cotyledonenansatze bis zur Spitze 24, 27 und 28 mm.

Diese Pflänzchen erwiesen sich in Bezug auf Beschaffenheit des Zellinhaltes vorgehenden Linsen- und Erbsenpflänzchen sehr gleichartig. — Der Zucker scheint in Wickenpflänzchen gegenüber Linsen- und Erbsenpflänzchen gleichen Alters sehr zurückzutreten. Asparagin ist in den Axen kleinerer Pflänzchen in grosser Menge vorhanden, in entwickelteren Pflänzchen in geringerer. Die Pflänzchen von 33 u. 36 mm. Länge enthielten im Wesentlichen nur in den Stärkeringen der Axe Stärke. Im Rindenparenchym des hypocotylen Gliedes der Pflänzchen von 27 u. 28 mm. Länge des Stengels waren nicht sehr reichliche Mengen Asparagin nachzuweisen.

Was die Wurzeln der zuletzt untersuchten Erben-, Linsen- und Wickenpflänzchen betrifft, so konnte ich in denselben kein oder nur geringe Menge Asparagin ermitteln.

In der Längeausdehnung waren die Wurzeln solcher Grösse von Stärke frei, das Rindenparenchym der Wurzel entleerte sich mit erfolgender Streckung der Zellen ganz an Stärke. Auch Zucker war nur in den Erbsenwurzeln von 80 u. 93 mm. Länge im Längsverlaufe und in einigen Linsenwurzeln von 60 mm. Länge und ähnlicher Grösse enthalten. In grösseren Linsen- und Erbsenwurzeln, sowie in allen Wickenwurzeln fehlte der Zucker in der Längsausdehnung. — Nachweisbare Veränderungen des Zellinhaltes gehen fortlaufend an den Neubildungsorten, den Wurzelspitzen und dem Gefässbündelumfange, im Pericambium[1]) nicht differenzirter Wurzelstücke, sofern Nebenwurzeln angelegt werden, vor sich, diese Vorgänge sind die bei dem Wachsthum der Wurzeln gewöhnlich eintretenden.

Die ferner wahrnehmbaren Veränderungen im Inhalte der Zellen des hypocotylen Gliedes und der Stengelaxe von obigen Entwickelungszuständen der Erbsen, Linsen- und Wickenpflänzchen bis zu beendigter Keimung lassen sich kurz zusammenfassen.

Die Keimung ist bei höheren Temperaturen ungefähr den 20. Tag beendigt.

Aus dem hypocotylen Gliede verschwindet die Stärke mehr oder weniger schnell desgleichen das Asparagin und der Zucker.

---

1) Sachs, Lehrbuch der Botanik. 3. Auflage. Seite 149.

Die Stärke in der Axe bleibt auf die Stärkeringe beschränkt, bis sie auch hier mit beendigter Keimung gewöhnlich ganz verbraucht ist. Zucker findet sich fortlaufend in dem Parenchym der oberirdischen Axen bis zu diesem Zeitpunkte, Asparagin tritt mit fortschreitender Keimung in den Axen immer mehr zurück. Die Entwickelung der Blätter ist die gewöhnliche. In jugendlichen Blättern sind reichliche Mengen Stärke vorhanden, welche mit zunehmendem Wachsthume verbraucht werden.

Am Ende der Keimung ist die ganze Pflanze in den Blättern und Axenorganen, abgesehen der Wurzelhauben und einer Region unter dem Vegetationskegel der Stengelaxen stärkefrei.

Nach Darlegung der Beschaffenheit der Samen und der allgemeinen Umstände der Keimungsvorgänge mag nachfolgend zu den mit Erbsen, Linsen und Wicken durchgeführten Versuchsreihen übergegangen werden.

Bedingt durch die Jahreszeit wurden zunächst einige vorläufige Versuche im Gewächshause ausgeführt. Die Entwickelung der Pflanzen über der Erde war, da es schwer hielt, grösseren Ansaaten die nöthige Lichtmenge zuzuführen, nicht immer günstig, und die Erfahrung, dass, in grösserer Tiefe angesät, eine beträchtliche Menge Pflanzen bei dem Hervorstreben aus dem Boden zu Grunde ging, konnte es wünschenswerth erscheinen lassen, die Versuche unter anderen Umständen theilweise wiederholt zu sehen.

Immerhin ist Einiges, was durch diese Versuche gewonnen wurde, ganz brauchbar, so dass nachfolgende Mittheilungen darüber zweckmässig erscheinen.

Fast gar keine Verluste ergaben beim Keimen je 15 Linsen, Wicken und Erbsen, welche zu 3 und 6 Cent. Tiefe in Gartenerde, und ebenso viele, welche in einem Gemische gleicher Theile von Gartenerde und Lehmboden angesäet wurden; ebenso keimten je 15 Samen gleicher Art in Sand zu 3 Cent. Tiefe angesäet ohne Verlust, ebenso je 15 Linsen und Wicken 6 Cent. tief in Sand, während von 15 Erbsen in gleicher Tiefe nach zweimaliger Ansaat fast gar kein Resultat erhalten wurde, das heisst, es waren sämmtliche Samen zu Grunde gegangen.

Die durchschnittliche Grösse der erwachsenen Keimpflanzen, welche von vorstehenden Ansaaten erhalten wurden, ist in unten-

stehender Tabelle verzeichnet. Die Pflanzen waren normal gewachsen; es war ihnen, da sie sich am Fenster stehend entwickelt hatten, hinreichend Licht zugekommen.

Nach der Zahl der entwickelten Blätter unterschieden sich die Pflänzchen von 3 und 6 Cent. Tiefe nicht. Derselben waren gleich viel an Pflänzchen beider Tiefen ausgebildet. Die Cotyledonen der Pflänzchen, welche zur Messung verwendet wurden, waren an Reserveverwahrungsstoffen fast durchgängig vollständig entleert.

		Erbsen			Linsen			Wicken		
		Garten-erde	Sand	Lehm	Garten-erde	Sand	Lehm	Garten-erde	Sand	Lehm
		21. Tag	21. Tag	21. Tag	21. Tag	21. Tag	21. Tag	20. Tag	20. Tag	19. Tag
3 Centimeter tief	Länge der Pflanzen v. Samen aufwärts	181 mm.	127	176	206	214	205	261	251	259
	Länge über der Erde	151	97	146	176	184	175	231	221	229
	Wurzellänge	108	86	133	171	123	127	169	136	138
		18. Tag	—	22. Tag	22. Tag	21. Tag	22. Tag	18. Tag	18. Tag	22. Tag
6 Centimeter tief	Länge vom Samen aufwärts	213	—	244	221	207	218	261	233	257
	Länge über der Erde	153	—	184	161	147	158	201	173	197
	Wurzellänge	136	—	131	102	127	145	158	119	97,5

Aus vorstehenden Zahlen geht die sehr gleichartige Entwickelung von Pflänzchen beider Tiefen hervor, namentlich unter Berücksichtigung dessen, dass die Ansaaten zu 3 und 6 Cent. Tiefe unter etwas verschiedenen Temperaturen, die von 3 Centimeter unter einer Mitteltemperatur von 15° Cels., die von

6 Cent. Tiefe unter 14° Cels. keimten (Bodentemperatur). — Die Entnahme aus dem Boden geschah auch an etwas verschiedenen Tagen, wie die der Tabelle beigeschrieben Tageszahlen besagen, und zwar dann, wenn sich die Cotyledonen eines aus der Erde genommenen Pflänzchens, als an Reservestoffen entleert erwiesen.

Die Beschaffenheit der untersten Internodien der Stengelaxen von Pflanzen verschiedener Tiefstellung wird später an Pflänzchen, welche unter Einfluss des direkten Sonnenlichtes im Freien gewachsen waren, eingehendere Untersuchung finden.

Zur allgemeinen Orientirung können aber folgende Beobachtungen an einigen Pflänzchen von 6 Cent. Tiefe der vorliegenden Ansaat dienen.

Die Länge der einzelnen Internodien wird durch die Abstände der Blätter kenntlich, hierin verhielten sich einige Pflänzchen vom 11. Tage nach der Ansaat, an denen auch die Region des Stengels, von welcher an aufwärts erheblichere Markbildung beginnt, festgestellt wurde, in nachstehender Weise.

Linsenpflanze aus Gartenerde.	Wicke aus Gartenerde.	Erbse aus Gartenerde.
Länge der Pflänzchen über dem Boden: 20 mm. unter der Erde gewundener Verlauf: 83 mm.	Länge der Pflänzchen über der Erde: 105 mm. unter der Erde: 52 mm	Länge über der Erde: 95 mm. unter der Erde: 62 mm.
2 rudimentäre Blätter im Boden, Stengel noch gekrümmt. Markbildung beginnt an der Krümmung, dicht unter der Endknospe.	1 rudimentäres Blatt unter, 2 über der Erde. Markbildung in der Höhe des 3. rudimentären Blattes.	1 rudimentäres Blatt unter der Erde. Markbildung zwischen erstem gestielten Blatte und oberstem Blattrudimente.

Linsenpflanze aus Lehm.	Wicke aus Sand.	Erbse aus Sand.
Länge über der Erde: 80 mm. unter der Erde: 65 mm.	Länge über der Erde: 10 mm. unter der Erde: 60 mm.	Länge über der Erde: 12 mm. unter der Erde: 53 mm.
1 rudimentäres Blatt im Boden. Markgrenze in der Höhe des ersten gestielten Blattes.	3 rudimentäre Blätter unter der Erde. Markbildung beginnt dicht unter den unausgebildeten in der Terminalstellung befindlichen Blättern.	Die Keimknospe ist eben aufgerichtet. 1 rudimentäres Blatt unter der Erde, ein zweites dicht neben der Terminalknospe.

Ein weiteres beachtenswerthes Merkmal boten die Pflanzen von 6 Cent. Tiefe in der Bewurzelung des im Boden befindlichen, oberhalb der Cotyledonen gelegenen Axenstückes. Es wiederholte sich an späteren Ansaaten die Beobachtung, dass dasselbe meist in mehr oder minder beträchtlichem Grade Bewurzelung erfährt. Pflanzen, welche in verschiedenen Bodenarten gewachsen waren, wie die der vorliegenden Ansaat, hatten rücksichtlich der erwähnten Bewurzelungsweise erhöhtes Interesse, es mag daher der Befund, wie er sich an den erwachsenen Keimpflanzen ergab, mitgetheilt werden.

Ausser der Thatsache der Bewurzelung selbst, machte sich an vorliegenden Pflänzchen namentlich die relativ beste Bewurzelung aller drei Pflanzenarten in Sand kenntlich.

Bewurzelung des unterirdischen Stengelstückes.

Erbsen 6 Cent. tief.			Linsen 6 Cent. tief.		
Sand.	Gartenerde.	Lehm.	Sand.	Gartenerde.	Lehm.
Bewurzelt.	Theilweise bewurzelt.	Reichlich bewurzelt.	Schwach bewurzelt.	Fast gar bewurzelt.	nicht bewurzelt.	Schwach bewurzelt.

Wicken 6 Cent. tief.		
Sand.	Gartenerde.	Lehm
Allseitig.	Nicht bewurzelt.	Nicht bewurzelt.

Ehe die bisher untersuchte Ansaat ganz verlassen wird, mögen noch einige Mittheilungen über das Auftreten und Verschwinden von Asparagin und Stärke in den Keimpflanzen, wie es sich nach der Untersuchung von Pflänzchen dieser Ansaat aus 3 Cent. Tiefe herausstellte, zur Ergänzung vorgehender Angaben über die Stoffwanderung angefügt werden. Bei Untersuchung der Stengelaxen ergab sich auch hier meist Bewurzelung des im Boden befindlichen Stückes derselben.

Am 7. Tage nach der Ansaat hatten Pflanzen aus Sand folgende Grösse:

	Erbsen.	Linsen.	Wicken.
Länge der Pflänzchen vom Samen aufwärts:	60	42	48 mm.
Länge über der Erde:	30	12	18 mm.
Wurzellänge:	26	20	72 mm.

Die Stärke in der Stengelaxe war im Wesentlichen auf die Stärkeringe beschränkt, an dem in der Erde befindlichen Stengelstücke der Erbsen Beiwurzeln, als kleine Erhebungen am Gefässbündelumfange angelegt. Erbsen- und Wickenpflänzchen aus Sand vom 12. Tage erwiesen sich am unterirdischen Stengelstücke bewurzelt, in Linsenpflanzen aus Sand dagegen, vom 13. Tage, waren die Beiwurzeln erst als Erhebungen am Gefässbündelumfange vorhanden. Die Grösse letzterer Pflanzen vom 12. und 13. Tage betrug:

	Erbsen.	Linsen.	Wicken.
Länge der Pflänzchen vom Samen aufwärts:	144	128	216 mm.
Wurzellänge:	110	105	119 mm.

Alle obige Pflänzchen enthielten in den Stengelaxen vom Samen aufwärts Asparagin im Rindenparenchym, welches in der Axe der Erbsenpflänzchen in geringerer Menge zu finden war. Die Stärkeringe der Axe der Linse enthielten in ganzer Länge Stärke, während dieselbe in den Axen der Erbse und Wicke in einem kleinen Stücke von den Cotyledonen aufwärts ganz fehlte, in der übrigen Länge der Axen beider Pflanzen dagegen vorhanden war.

Asparagin scheint nach Allem in den Pflänzchen des Gewächshauses reichlicher vorzukommen, wie in solchen, welche im Freien ihre Entwickelung erlangten. Nach beendigter Keimung verhielten sich die Pflänzchen, wie folgt.

Wicken aus Gartenerde.

In einer Pflanze mit 4 entwickelten Blättern war in der Axe direkt oberhalb des Samens im Axenstücke zwischen 2.—3. und 3.—4. Blatte Asparagin nachweisbar. Vom 4. Blatte bis zur Stammspitze fehlte Asparagin. Stärke fehlte in den Stärkeringen der Axe.

Erbsen aus Lehm.

Die Stärke in den Stärkeringen der Axe war verbraucht. Asparagin in geringerer Menge in der Axe vorhanden.

In einer Pflanze mit drei entwickelten Blättern, das 4. Blatt gefaltet klein, war vom 2. bis 3. Blatte Asparagin nachweisbar, vom 3. bis 4. Blatte nicht.

Linsen aus Gartenerde,

waren ebenfalls in den Stärkenringen der Axe stärkefrei. Asparagin von dem Samen an, in der Axe aufwärts bis zum 4. Blatte nachweisbar, von da weiter aufwärts nur in den entwickelteren Pflanzen, welche noch ein weiteres, ausgebildetes Blatt besassen. —

Mehrere folgende Versuche waren hauptsächlich darauf gerichtet, festzustellen, wie viele von einer grösseren Zahl angesäter Samen in verschiedener Tiefe überhaupt zum Keimen gelangten und nicht verkümmerte Pflanzen lieferten.

So wurde eine Ansaat in Gartenerde ausgeführt, je 200 Erbsen, Linsen und Wicken 1, 8 und 12 Cent. tief. Die Erde befand sich in Holzkästen. Die Mitteltemperatur des Bodens während der Keimung betrug in den Kasten 1 Cent. tiefer Pflanzen: 16,4 Cels, der Pflanzen von 8 Cent. 13,3° und der Pflanzen von 12 Cent. Tiefe 13,7°.

Die Samen von 1 Cent. Tiefe keimten annähernd Alle.

200 zu 8 Cent. untergebrachter

	Erbsen.	Linsen.	Wicken.
lieferten dagegen erwachsene Keimpflanzen:	108.	200.	183.

68 Erbsen hatten gekeimt, der obere Theil der Hauptaxe war aber im Boden sammt der Keimknospe abgestorben, die Pflänzchen hatten meist 1 oder 2 neue Seitenaxen getrieben, welche aber selbst nach beendigter Keimung der übrigen Pflanzen noch sehr verkürzt, kaum über die Erde getreten waren.

Die 200 zu 12 Cent. untergebrachten Erbsen, Linsen und Wicken gaben:

95 normale Erbsenpflanzen.	162 normale Linsen.	168 normale Wickenpflanzen.
55 mit abgestorbener Keimknospe.	25 mit abgestorbener Keimknospe.	

Nach dem Verlaufe dieses Versuches wären tiefere Ansaaten mit ausserordentlichen Verlusten verbunden, namentlich gaben die Erbsen grosse Verluste, aber auch die Zahl der zu Grunde gegangenen Linsen- und Wickensamen war eine beträchtliche.

Wie früher erwähnt wurde, hatten schon in 6 Cent. Tiefe Erbsen, in Sand angesät, fast gar nicht gekeimt, übereinstimmend mit späteren Erfahrungen erweist dies eine besondere Schwierigkeit Erbsen aus irgend erheblichen Tiefen zur Entwickelung zu bringen. Das Missglücken der eben erwähnten Ansaat musste aber noch einen anderen Grund in der Beschaffenheit des Sandes haben, denn während eine zweite Ansaat, mit demselben Sande ausgeführt, ebenso erfolglos blieb, gab derselbe Sand, nachdem er gewaschen worden war, mit Erbsen in 6 Cent. Tiefe günstiges Resultat. Der ungewaschene Sand enthielt thonige Partikel, der Grund, warum er den Erbsen schädlich war, mag dahin gestellt bleiben. Linsen und Wicken hatten sich aus gleicher Tiefe desselben, ungewaschenen Sandes gut entwickelt. Immerhin wurde es vorgezogen, zu einer weiteren Ansaat gewaschenen Sand für alle drei Pflanzenarten zu verwenden.

Diese Ansaat geschah wiederum in Kästen mit je 200 Samen, 12 Cent. tief. Erhalten wurden:

193 normale Erbsenpflanzen. 195 Linsen. 193 Wicken.

Die Pflanzen waren alle am unterirdischen Axenstücke kräftig bewurzelt, während die Pflanzen der vorhergehenden Ansaat in Gartenerde tiefer Unterbringung schwach, oder nicht bewurzelt waren.

Unter allen Ansaaten die überhaupt gemacht wurden, war die vorliegende aus Sand die Einzige, welche für Erbsen aus grösserer Tiefe günstige Ergebnisse lieferte. Der poröse Sand ermöglichte jedenfalls den leichteren Zutritt des zur Keimung nöthigen Sauerstoffs der Luft, dessen Mangel wol, zumal wenn bei höheren Temperaturen des Bodens eine beschleunigte Entwickelung der Pflanzen erfolgt, eine der Ursachen des Zugrundegehens von Keimpflanzen im Boden ist.

Schliesslich erfolgte eine letzte Ansaat, die im Gewächshause stehend keimte, und zwar 18 Cent. tief in Gartenerde. Die Mitteltemperatur des Bodens während der Keimung betrug 14,2° Cels.; erhalten wurden von je 200 Samen:

Wicken.	Linsen.	Erbsen.
177 normale Pflanzen	79 normale Pflanzen	49 normale Pflanzen
8 mit abgestorbener Keimknospe.	80 mit abgestorbener Keimknospe und im oberen Theile abgestorbenen Hauptaxen.	84 mit abgestorbener Keimknospe.

Die Pflänzchen, die im oberen Theile der Hauptaxe sammt der Keimknospe abgestorben waren, hatten wiederum aus den Axeln der Cotyledonen, oder auch aus der Axel des unteren rudimentären Blattes neue, freilich sehr schwächliche Axen getrieben.

Nach Messungen an 10 Pflanzen berechnete sich die durchschnittliche Länge der 3, betreffentlich 4 untersten Internodien der ausgebildeten Pflanzen dieser Ansaat, wie folgt:

	Erbsen.	Linsen.	Wicken.	
Länge vom Samen zum 1.	81	80	74	mm.
vom 1. zum 2. Blatte	75	66	81	
vom 2. zum 3. rudimentären	0	0	39	
vom 2. (bei der Wicke vom 3.) rudiment. zum 1. gestielten Blatte	55	73	48	

Nach vorstehenden Zahlen setzt sich die Länge des unterirdischen Stückes der Axe für diese Tiefe aus dem ersten und zweiten Internodium zusammen, weitere Messungen an Pflanzen folgender Ansaaten werden sehr bald zur Vergleichung Gelegenheit bieten.

Nach den Resultaten der bisher ausgeführten Versuche entstehen bei tieferen Ansaaten mehr oder minder grosse Verluste durch Samen, die gar nicht zur Keimung gelangen, oder deren Embryonen, die Keimung beginnend, nach Absterben der Keimknospe im Boden, später doch noch zu Grunde gehen, oder im günstigsten Falle einige schwächliche Nebenaxen entwickeln.

Waren die bisherigen Ansaaten unter Temperaturen zur Keimung gelangt, wie sie zur Zeit der Aussaat dieser Gewächse bei Kulturen im Freien wol nicht immer stattfinden, so erfolgte nun eine Ansaat, die bis zum 31. Tage bei einer Mitteltemperatur des Bodens von 7,5° Cels. keimte. Die Samen wurden 8 und 12 Cent. tief in Gartenerde, und zwar in jeder Tiefe je 200 Erbsen, Linsen und Wicken angesät; die Erde befand sich in 2 Kästen. Die Temperatur war eine sehr gleichmässige, während der Keimung in den ersten 31 Tagen zwischen

5—9° schwankend. Vom 31. Tage nach der Ansaat an im März wurden die Pflanzen den Tag über in das Freie gebracht. In den später erhaltenen, erwachsenen Keimpflanzen war mannigfach verwerthbares Material gewonnen worden, Pflanzen, welche unter direktem Sonnenlichte erwachsen, normal beschaffen, der unentbehrlichsten Lebensbedingungen in genügendem Grade genossen hatten.

Leider waren gleichzeitig den tiefen Ansaaten von 8 und 12 Cent. seichte Ansaaten nicht ausführbar gewesen. Die Pflänzchen der Letzteren würden, früher über die Erde kommend, in der winterlichen Luft im Freien, oder in dem lichtarmen Hause, in welchem die Pflanzen grösserer Tiefe standen und während mehrerer Wochen unter der Erde keimten, keine geeigneten Existenzbedingungen gefunden haben. Etwas später wurde aber eine kleine Anzahl Samen, 1 und 6 Cent. tiefliegend unter gleichen Bedingungen, wie sie für die Ansaat von 8 und 12 Cent. Tiefe existirt hatte, zum Keimen gebracht. Konnten die erwachsenen Keimpflanzen, die aus dieser Ansaat erhalten wurden, auch nicht in der Grösse mit den Pflanzen von 8 und 12 Cent. direkt verglichen werden, so lieferten sie doch anderweit brauchbares Material.

Es dienten die jungen Pflänzchen zunächst zur Begegnung der Frage, ob etwa Pflänzchen sehr seichter Stellung in der Erde in den ersten Zuständen der Entwickelung gegen Witterungswechsel, gegen Nachtfröste empfindlicher sein, wie Pflänzchen, welche aus grösserer Tiefe der Erde entsprossen. Dem entsprechend wurden die Töpfe mit den Pflänzchen, nachdem die Pflänzchen beider Tiefen eben die Erdoberfläche erreicht, was seiten der Pflanzen von 1 Cent. Tiefe entsprechend früher geschah, aus dem geschützten Raume in das Freie gestellt. Die Pflänzchen waren Nachtfrösten ausgesetzt. Es wurde dies von Pflanzen beider Tiefen, obgleich die Erde der Töpfe zuweilen Morgens fest gefroren war, gleichgut vertragen, ein Zugrundegehen von Keimpflanzen war nicht zu beobachten. Trotz dieser Erfahrung, dass hier keine direkte Schädigung der Pflänzchen seichtester Unterbringung eingetreten war, will ich doch nach vielfach anderen Beobachtungen solche Tiefe keineswegs als vortheilhaft bezeichnen, und bei später zu erweisender, unbe-

dingter Unschädlichkeit von etwas tieferer Bedeckung für die Entwickelung der Pflanzen, bietet diese natürlich für jeden schädlichen, wenn auch in seinen Folgen nicht direkt merklichen, schroffen Wechsel der Witterung grösseren Schutz.

Die Pflänzchen von 1 Cent. Tiefe finden fernerhin noch weitere Verwendung.

Zurückkehrend zu der Ansaat von 8 und 12 Cent. Tiefe kamen die ersten Keime am 23. Tage über die Erde, am 31. Tage betrug die Grösse der Pflänzchen über der Erde die Nachstehende:

Erbsen 8 Centimeter tief.
Meist gestreckte Axen.
Länge der Pflänzchen: 26, 25, 30, 30 mm. und weniger.

Linsen 8 Centimeter.
Axen gestreckt.
Länge der Pflänzchen: 50, 48, 40, 39 mm. und weniger.

Wicken 8 Centimeter.
Axen gestreckt.
Länge der Pflänzchen: 62, 58, 55 und weniger.

Erbsen 12 Centimeter.
Axen meist noch gekrümmt, kaum eine Axe gestreckt.
Länge der Pflänzchen: 25 und weniger.

Linsen 12 Centimeter.
Axen meist im Strecken.
Länge der Pflänzchen: 28, 27, 25, 23.

Wicken 12 Centimeter.
Axen zum Theil gestreckt.
Länge der Pflänzchen: 43, 35, 33, 30 mm. und weniger.

Bei von nun an im Freien und rückwirkend auf die Luft des bedeckten Raumes eingetretenen, höheren Temperaturen, ging die Keimung stetig vorwärts, sie war am 65. Tage nach der Ansaat beendigt. An diesem Tage wurden die Pflänzchen von 8 Cent. Tiefe, deren Cotyledonen an Reservestoffen entleert waren, aus der Erde genommen, dagegen blieben die Pflänzchen von 12 Cent. Tiefe bis zum 72. Tage, etwas über die Keimung hinaus, im Boden. Von den in jeder Tiefe angesäten 200 Samen lagen bei Entnahme aus der Erde folgende Pflanzen vor:

Erbsen 8 Centimeter.

175 entwickelte Pflanzen.
13 sehr klein.
6 mit abgestorbener Keimknospe und neugetriebenen Nebenaxen.
Die Pflanzen waren am unterirdischen Axenstücke bis nahe der Erdoberfläche ziemlich kräftig bewurzelt.

Erbsen 12 Centimeter.

168 entwickelte Pflanzen.
20 mit im oberen Theil abgestorbener Hauptaxe sammt der Keimknospe.
Bewurzelung am unterirdischen Axenstücke vorhanden.

Linsen 8 Centimeter.

178 entwickelte Pflanzen.
(6 sehr kümmerlich). —
Unter Ersteren 152 mit 2 oder 3 Axen aus den Axeln des obersten rudimentären oder des ersten gestielten Blattes entspringend.
26 Pflanzen mit einer Axe Bewurzelung am unterirdischen Axenstücke vorhanden.

Linsen 12 Centimeter.

165 entwickelte Pflanzen.
(10 mit neugetriebenen Nebenaxen).
Unter Ersteren: 63 Pflanzen mit einer Axe.
Etwas Bewurzelung am unterirdischen Axenstücke.

Wicken 8 Centimeter.

185 entwickelte Pflanzen darunter:
175 mit 2 Axen.
10 mit einer Axe. —
4 Pflanzen mit neugetriebenen Nebenaxen.
Kräftige Bewurzelung des unterirdischen Axenstückes.

Wicken 12 Centimeter.

180 entwickelte Pflanzen.
(10 mit neugetriebenen Nebenaxen.)
Unter Ersteren: 17 Pflanzen mit einer Axe.
Bewurzelung an unterirdischen Axenstücke vorhanden.

Die durchschnittliche Grösse der erwachsenen Keimpflanzen stellte sich den beigegebenen Tabellen entsprechend heraus.

Die Erbsenpflänzchen beider Tiefen besassen 4 bis 5 entwickelte Blätter.

Die Wurzellänge der Pflänzchen von 12 Cent. konnte nicht bestimmt werden, da die Wurzeln meist mit den Wandungen der Kästen verwachsen waren, sie waren übrigens denen der Pflänzchen von 8 Cent. Tiefe anscheinend ziemlich gleichartig.

Erbsen 8 Centimeter tief.

a. Gesammtlänge der Pflanzen v. d. Cotyledon. aufw.	265	280	300	270	270	215	250	205	210	245	mm.
b. Länge der Wurzel	145	250	200	240	250	230	185	150	125	130	
c. Länge des ersten Internodium	70	62	76	75	57	65	70	76	71	64	
d. Länge d. zweiten Internodium	11	10	12	12	15	21	12	10	10	13	
e. Länge d. dritten Internodium	20	20	22	16	23	26	22	22	10	30	

Danach beträgt die durchschnittliche Länge der Pflänzchen über der Erde: 170 mm.

die durchschnittliche Wurzellänge: 192 mm.

Erbsen 12 Centimeter tief.

a. Gesammtlänge d. Pflanzen v d. Cotyledon. aufwärts	348	—	370	345	360	390	400	335	365	370	mm.
b. Länge d. ersten Internodium	106	113	112	87	96	91	94	100	96	80	
c. Länge d. zweiten Internodium	10	0	11	24	16	18	15	9	18	30	
d. Länge d. dritten Internodium	23	15	16	15	18	19	18	18	15	18	

Demnach Länge der Pflänzchen über der Erde: 208 mm.

Linsen 8 Centimeter tief.

Zahl der Axen	2	2	2	2	2	1	2	1	2	3	
a. Länge der Pflanzen v. d. Cotyledonen aufwärts	195	200	190	190	150	230	155	200	160	160	mm.
b. Länge d. Wurzel	155	150	190	200	155	—	200	160	190	200	
c. Länge des ersten Internodium	81	80	80	77	72	72	76	70	67	65	
d. Länge d. zweiten Internodium	15	12	18	14	14	18	15	18	20	—	
e. Länge d. dritten Internodium	22	23	25	25	21	25	17	23	20	—	

Axen, wenn 2 vorhanden, meist gleich lang.

Länge der Pflänzchen über der Erde: 103 mm.

Wurzellänge: 177 mm.

Linsen 12 Centimeter tief.

Zahl der Axen	2	1	2	1	2	1	1	2	2	3	
a. Länge der Pflanzen von den Cotyledonen aufwärts	250 270	290	250 250	260	270 275	285	265	230 240	250 260	250 200 8	mm.
b. Länge des ersten Internodium	113	102	104	82	100	93	105	110	100	88	
c. Länge d. zweiten Internodium	13	25	17	40	21	30	16	14	28	23	
d. Länge d. dritten Internodium	20	20	18	17	16	18	19	18	20	15	

Demnach Länge der Pflänzchen über der Erde: 142 mm.

Wicken 8 Centimeter tief.

Zahl der Axen	3	1	1	2	2	2	3	2	2	3	
a. Länge der Pflanzen von den Cotyledonen aufwärts	210	240	265	235 190	200 220	200 193	210 200	210 180	235 230	195 170 185	mm.
b. Wurzellänge	120	—	210	210	170	320	230	220	—	300	
c. Länge des ersten Internodium	68	42	45	76	73	72	67	60	68	60	
d. Länge d. zweiten Internodium	20	35	43	15	13	10	18	19	17	12	
e. Länge d. dritten Internodium	18	16	21	20	21	18	18	19	20	20	
. Länge d. vierten Internodium	22	10	22	15	17	17	20	12	15	16	

Demnach Länge der Pflänzchen über der Erde: 141 mm.
Wurzellänge: 222 mm.

Wicken 12 Centimeter tief.

Zahl der Axen	2	3	—	2	—	2	3	2	3	2	
a. Länge der Pflanzen von den Cotyledonen aufwärts	340 310	340 290 230	—	360 240	—	310 260	360 270 180	340 230	345 255 220	355 250	mm.
b. Länge des ersten Internodium	87	90	95	96	91	83	67	82	88	87	
c. Länge d. zweiten Internodium	27	28	16	18	25	22	71	24	17	22	
d. Länge d. dritten Internodium	20	20	20	19	21	19	17	18	16	19	
e. Länge d. vierten Internodium	11	15	12	15	—	11	13	13	11	12	

Demnach Länge der Pflänzchen über der Erde: 223 mm.

Aus vorgehenden Mittheilungen ist der Verlauf der Keimung dieser Ansaat und die Beschaffenheit der erwachsenen Keimpflanzen zu ersehen. In ersterer Hinsicht war namentlich bemerklich geworden, dass der lange Aufenthalt in der Erde von den Keimpflanzen ganz gut vertragen worden war, selbst an Erbsen war geringerer Verlust entstanden, wie bei einer früheren Ansaat in Gartenerde, wo höhere Temperaturen das Wachsthum der Pflanzen beschleunigten. — Der Unterschied in der Grösse zu Ungunsten der Pflanzen von 12 Centim. Tiefe, wenn solcher überhaupt existirt hatte, war bei der Entnahme dieser Pflanzen aus der Erde, 7 Tage später, wie die der Pflanzen von 8 Cent. erfolgend, ganz überwachsen worden. Mit Zuhülfenahme der Pflanzen von 1 Cent. Tiefe und der Messungen an Pflanzen von 18 Cent. Tiefe früherer Ansaat wurde die Grösse der unteren Internodien von Pflanzen verschiedener Tiefstellung ermittelt. Die gefundenen Durchschnittszahlen sind in umstehender Tabelle zusammengestellt. Nach derselben wird die Länge des unterirdischen Axenstückes der Pflanzen von 8 und 12 Cent. Tiefe in grösster Ausdehnung, von dem eine verschiedene Streckung erfahrenden ersten Internodium, eingenommen.

Frank[1]) hat schon früher an Pisum sativum, Linum usitatissimum und anderen Pflanzen dieselben Beobachtungen einer verschiedenen Verlängerung der im Boden befindlichen Axenstücke von Pflanzen geringerer oder grösserer Tiefstellung gemacht, und durch Versuche, indem er Samen in durchsichtigen festen Medien keimen liess, erwiesen, dass nicht das Medium, in welchem sich der Samen befindet, sondern Lichtmangel der Grund der Verlängerung der Internodien ist. Sachs[2]) sagt über denselben Gegenstand:

„Die Fähigkeit, sich bei dauernder Dunkelheit lange Zeit hindurch stark zu verlängern, gewährt dem Keimstamme die Möglichkeit, trotz tiefer Bedeckung mit Erde und beschattender Umgebung dennoch endlich die Blattknospe an das Tageslicht

1) Frank: Ueber die Lage und die Richtung schwimmender und submerser Pflanzentheile. Beiträge zur Biologie d. Pfl. v. Cohn. 2. Heft.

2) Sachs: Ueber den Einfluss des Tageslichtes auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane. Botanische Zeitung 1863. Beilage.

	Erbsen.				Linsen.					Wicken.				
a. Tiefstellung der Pflanzen in der Erde	1	8	12	18	1	8	12	18		1	8	12	18	Centim.
b. Länge vom Samen zum ersten Blatte	13,5	68,6	98,5	81	16,6	74,0	99,7	80		17,4	67,1	86,6	74	mm.
c. Länge v. ersten zum zweiten Blatte	5	12,6	16,7	75	9,3	14,4	22,7	66		5,2	20,2	22,1	81	mm.
d. Länge v. zweiten zum dritten rudimentären Blatte	0	0	0	0	0	0	0	0		16,4	19,1	18,9	39	mm.
e. Länge v. zweiten rudimentären zum ersten gestielten Blatte	11	21,1	17,5	55	15,3	21,1	18,1	73	e. Länge v. dritten rudimentären z. ersten gestielt. Blatte	8,4	16,6	13	48	mm.

emporzuheben, um die Blätter einer hinreichenden Beleuchtung zugänglich zu machen. Andernfalls hört dagegen die Verlängerung bei stärkerem Lichteinflusse bald auf, wodurch ein festerer Unterbau für die Pflanzen gewonnen wird.“ —

Die Thatsache der Verlängerung unterer Stengelinternodien, sofern sie im Boden stecken, ist demnach mehrfach beobachtet und der Lichtmangel als Grund der Verlängerung festgestellt worden.

Der Lichtmangel wirkt aber auf Pflanzentheile verschiedener Art, mindestens in der äusseren Erscheinung, in mehrfach eigener Weise. Eine kurze Betrachtung dieser Verhältnisse ist für die Beurtheilung der Vorkommnisse bei dem Heranwachsen der aus Axen und Blattgebilden bestehenden Keimpflanzen zum Lichte nicht ohne Interesse. Sachs[1]) in obengenannter Arbeit und Kraus[2]) haben sich eingehend mit der Entwickelung pflanzlichen Lebens unter Lichtmangel beschäftigt. Nach vielfachen Beobachtungen und Versuchen erfahren nicht alle normal am Lichte lebenden Axenorgane im Dunkeln bedeutende Verlängerung und ebenso ist die Gestaltung der Blätter bei mangelndem Lichte verschieden. Laubblätter bleiben nach Sachs namentlich dann klein, wenn sie unter normalen Verhältnissen sehr früh dem vollen Lichte ausgesetzt sind, während Blätter, die für gewöhnlich lange in Licht abhaltenden Umhüllungen existiren, weniger durch Lichtmangel alterirt werden; Scheidenblätter können sich sogar im Dunkeln beträchtlich vergrössern, die Breite derselben bleibt allerdings verringert und werden hierin erst nach Lichtzutritt die normalen Proportionen erreicht.

Das Kleinbleiben, wie es namentlich die netzadrigen breiten Blätter der Dicotylen in continuirlicher Finsterniss zeigen, wird von Sachs[3]) als Krankheitszustand gedeutet, der sich durch Zuführen von Licht, wenn nicht Desorganisation eingetreten, allerdings heben lässt. Ueber die Veränderungen, welche in durch Etiolement bedeutend gestreckten Internodien zu beobachten

1) Sachs: Botanische Zeitung 1863. Beilage

2) Kraus: Ueber die Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen. Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik, Band VII.

3) Sachs: Lehrbuch der Botanik. 3. Auflage. Seite 747.

sind, bemerkt Sachs[1]), dass eine beträchtliche Verlängerung der Parenchymzellen eintrete.

Kraus[2]) hat sehr zahlreiche Zellmessungen an normalen und etiolirten Internodien gemacht, und Verlängerung aller Zellen in den etiolirten Stengeltheilen gefunden. Charakteristisch gestaltet erwiesen sich die Epidermiszellen der Letzteren, sie waren nicht mehr parenchymatisch, sondern prosenchymatisch und griffen mit langen, spitzen Enden in einander.

Von Kraus wurde ferner festgestellt, dass nicht blos Zellenverlängerung, sondern auch Neubildung von Zellen zur Constituirung der langen, etiolirten Indernodien beiträgt.

Die Verlängerung der etiolirten Stengelorgane wird von ihm aus der namentlich beträchtlichen Verlängerung der Markzellen erklärt, welche die peripherischen Gewebe passiv dehnten.

Der Widerstand sei aber um so geringer, als in etiolirten Internodien eine geringere Verholzung und Cuticularisirung der Zellwände stattfände. Endlich ist von Sachs wie Kraus stets Torsion an etiolirten Internodien beobachtet worden.

Die aus grösserer Tiefe hervorwachsenden Keimpflänzchen der Erbsen, Linsen und Wicken, können durch das mangelnde Licht in zweifacher Weise betroffen werden, zunächst entbehrt die Keimknospe der lebendigen Lichteinwirkung, ein allerdings vorübergehender, mit Erreichen der Erdoberfläche durch die Pflanzen, wenn solche nicht im Boden zu Grunde gehen, sich begleichender Uebelstand, zweitens ist das oberhalb der Cotyledonen gelegene, im Boden steckende Axenstück bleibend dem Lichte entzogen.

Die im Boden befindlichen Internodien unterliegen aber, wie vorher festgestellt wurde, im Etiolement einer mehr oder weniger abnormen Veränderung, welche, da sie das basile Stück der Axe trifft, auf die fernere Entwickelung der Pflanzen, wie man annehmen sollte, nicht ohne Einwirkung sein könnte. Dagegen stellt sich heraus, dass Pflänzchen aus grösserer Tiefe erwachsen, wie die der vorliegenden Ansaat von 8 und 12 Centim.

1) Sachs: Ueber den Einfluss des Tageslichtes etc. Botanische Zeitung 1863. Beilage.

2) Kraus: Ueber die Ursachen der Formänderung etiolirter Pflanzentheile. Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik VII.

Tiefe, ganz normal beschaffen sind, und macht diese Erfahrung es wahrscheinlich, dass die Eigenthümlichkeiten des Etiolement in basalen Axentheilen von Pflanzen tiefer Stellung zur Erde in weiterer Entwickelung mindestens theilweise beglichen werden müssen.

Aus nachfolgenden Untersuchungen von unteren Internodien der Pflänzchen aus 1, 8 und 12 Cent. wird ersichtlich werden, ob letztere Annahme richtig ist.

Die unteren Stücke namentlich tief stehender Stengelaxen unterliegen während der ersten Zeit der Keimung mannigfachen Veränderungen, bei beendigter Keimung besitzen sie die definitive Länge und auch Ausbildung und sind dann zur Untersuchung ihrer Beschaffenheit, zur Feststellung der Unterschiede zwischen solchen Axenstücken, welche seicht und anderseits, welche tief stehenden Pflanzen angehören, geeignet.

Es ergab sich hinsichtlich der Länge des ersten Internodiums nach vorstehender Tabelle, dass dasselbe an Pflanzen von 8 Cent. Tiefe ungefähr 5mal, an Pflanzen von 12 Cent. Tiefe annähernd 7mal so lang war, wie das der Pflanzen aus 1 Cent. Tiefe. Der Breitendurchmesser der unter der Erde befindlichen Axenstücke von Pflänzchen aus 8 und 12 Cent. Tiefe schwankte innerhalb beträchtlicher Grössen. Namentlich bei einer geringeren Zahl gemessener Pflanzen überwiegt wol die individuelle Beschaffenheit die Unterschiede der Tiefe. Beträchtlich breiter waren die unteren Axenstücke der Pflänzchen aus 1 Cent. Tiefe, die gefundenen Breiten der Letzteren sind allerdings, da im Rindenparenchym durch Resorption grosse Luftlücken auftreten, welche mit gemessen werden, etwas illusorisch. Die Breite der unteren Axenstücke, wie sie nachfolgend verzeichnet ist, wurde an zwei Stellen genommen, für alle Pflanzen unten zunächst den Cotyledonen, oben dagegen für die Axen der Pflänzchen aus 8 und 12 Cent. Tiefe zunächst der Erdoberfläche, für die Pflanzen aus 1 Cent. Tiefe aber unter dem ersten gestielten Blatte.

Breitendurchmesser.

	Erbsen 1 Centimeter tief.						
oben:	300 335	300	310	300	320	340	400
unten:	200 240	210	190	250	270	280	285	330

Erbsen 8 Centimeter.

oben:	120	150	155	160	165	180	200
unten:	135	150	155	140	160	170	180	190

Erbsen 12 Centimeter tief.

oben:	145	150	160	170	180
unten:	160	150	190	200	200

Linsen 1 Centimeter tief.

oben:	190	199	220
unten:	155	155	170

Linsen 8 Centimeter tief.

oben:	90	100	100	110	
unten:	90	95	100	100	110

Linsen 12 Centimeter tief.

oben:	70	75	100	110
unten:	85	85	90	100

Diese Zahlen geben mit 9,26 multiplicirt den Querdurchmesser in Mikromillimetern, von solcher Rechnung absehend, lassen sie sich, annähernd richtige Werthe gebend, leicht mit 10 multipliciren.

Zellmessungen, die ich an unteren Axenstücken von Pflänzchen verschiedener Tiefe zum Boden machte, gaben mit den von Sachs und Kraus an normalen und etiolirten Internodien durch Zellmessungen gefundenen Resultaten Uebereinstimmung.

Wie ich beobachtete, waren die Parenchymzellen langer, unterirdischer Internodien bedeutend gestreckt, die Epidermiszellen prosenchymatisch mit spitzen Enden in einander greifend und ebenfalls vergrössert. Die Verlängerung der etiolirten Internodien war nicht blos durch Streckung, sondern wol auch durch Neubildung von Zellen bewirkt worden. Zu den Zellmessungen, welche in beigehenden Tabellen 1, 2 und 3 enthalten, wurden die unterirdischen Axenstücke von Pflanzen aus 8 und 12 Cent. Tiefe verwendet und anderseits die untersten Axenstücke von

Pflanzen aus 1 Cent. Tiefe. Da nach erfolgter Ansaat ein mehr oder minder beträchtliches Zusammengehen des Bodens stattfindet, waren die Axen der letzteren Pflanzen meist bis zu den Cotyledonen herab in ganzer Länge einer mehr oder minder intensiven Lichteinwirkung unterworfen, es konnten also die unteren Internodien derselben, als nahezu normal gewachsen, den etiolirten Internodien der Pflänzchen tiefer Ansaat in Parallelen gestellt werden.

Wie ich mich weiter überzeugte, besassen Pflanzen, die aus gleichen Tiefen, aber unter sehr verschiedenen Temperaturen erwachsen waren, gleich grosse Zellen.

Hinsichtlich des Verfahrens der Zellmessung wurde darnach gestrebt, eine ungefähre Stufenleiter der in den untersuchten Axenstücken vorkommenden Zellengrössen aufzustellen, mit Berücksichtigung dessen, wie oft sich eine Zellengrösse wiederholte.

Darnach stellte sich, wie aus den Tabellen 1, 2 und 3 ersichtlich ist und schon vordem erwähnt wurde, ein grosser Unterschied in der Länge der Zellen zwischen Axenstücken der Pflanzen von 1 und andererseits von 8 und 12 Cent. Tiefe heraus. Die Zellen der Axenstücke aus 8 und 12 Cent. Tiefe gaben aber kaum abweichende Zahlen in den thatsächlich vorkommenden Längen der einzelnen Zellen.

Die langgestreckten, unterirdischen Internodien der Pflanzen von 8 und 12 Centimeter Tiefe charakterisirten sich überhaupt durch folgende Eigenthümlichkeiten.

Sie besassen Torsion, die Epidermiszellen waren prosenchymatisch gestaltet, in der Zellengrösse ein weiteres Merkmal des Etiolement ausgesprochen, auch entbehrten sie des lebendigen Chlorophylls, wie es in den oberirdischen Axentheilen vorkommt, dagegen waren sie hinsichtlich der Struktur der Gefässbündel vollkommen entwickelt. Die Gefässwandungen waren sehr fest und stark, durch mehr oder minder kräftige Bewurzelung von der Aussenfläche der Gefässbündel ausgehend, war möglichste Anpassung an die gegebenen Verhältnisse eingetreten. Hiernach ist bestimmt anzunehmen, dass nach Erreichen der Erdoberfläche durch die Keimknospe nicht blos Wachsthum und Entfaltung oberirdischer Theile eintritt, sondern auch nachträg-

liche Kräftigung der unterirdischen Axenstücke, möglichste Begleichung anfänglich normaler Gestaltung derselben.

Sucht man nach einer Erklärung für die Verlängerung der tief im Boden befindlichen Axenstücke der Erbsen, Linsen und Wicken, so wäre zunächst daran zu erinnern, dass das Mark in den ersten Internodien der Linsen- und Wickenpflänzchen, wie auch öfter in den Erbsenpflänzchen fehlt. Darnach kann die vorwiegende Streckung der Markzellen, wie sie von Kraus beobachtet, an etiolirten Internodien zur Wirkung kommt, nur beschränkt, als Erklärungsgrund der Verlängerung der Internodien der Erbsen, Linsen und Wicken bei Lichtmangel gelten. Das Rindenparenchym würde hier wol als schwellendes Gewebe zu bezeichnen sein.

In Uebereinstimmung hiermit befindet sich ein Versuch von Sachs[1]). An Längsschnitten des hypocotylen Gliedes einer Keimpflanze von Sinapis arvensis wurde durch Isolirung der peripherischen Gewebe von den centralstehenden Fibrovasalbündeln eine beiderseitig concave Krümmung des Rindenparenchyms mit der Epidermis nach aussen bewirkt. Demnach ist hier die Epidermis für die Rindenzellen zu kurz. Dieselbe Spannung, wie sie zwischen Rinde und Epidermis existirt, wird wol auch zwischen der Rinde und den Fibrovasalbündeln stattfinden, jedenfalls ist das Vergrösserungsstreben des Rindenparenchyms erwiesen.

Haben nun die Elemente der Fibrovasalbündel etiolirter Indernodien, wie sie in den Axen junger Erbsen-, Linsen- und Wickenpflanzen beim Hervorwachsen aus grösserer Tiefe entstehen, geringere Festigkeit, besitzen sie grössere Dehnsamkeit, so werden sie zu Folge das Vergrösserungsstreben des Rindenparenchyms, durch die sich beträchtlich verlängernden Zellen der Rinde in gleicher Weise, wie die Epidermis gedehnt und hierdurch die beträchtliche Verlängerung der Indernodien hervorgerufen.

Hiermit mag die Ansaat, deren Pflanzen im Vorgehenden zu mancherlei Betrachtungen und Untersuchungen Veranlassung gaben, verlassen werden.

1) Sachs: Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Seite 471, Fig. 46.

Zellmessungen

an im Boden befindlich gewesenen, untersten Axenstücken.

Bei dem Aufsuchen der verschiedenen Zellengrössen bot sich eine Wiederholung der einmal gefundenen Zahlen, wie sie durch die den Hauptziffern übergeschriebenen kleinen Zahlen ausgedrückt ist.

Grösse in Mikromillimetern.

Tabelle I. Erbsen.

Epidermiszellen.

Länge der Zellen von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	(3) (3) 106 123 141 176,5
	8		140 280 351 368 491
	12		(2) (2) 245 280 316 351
T. Breite	1	Cent. Tiefe.	(4) 17,5 35 42
	8		17,5 21 24 28
	12		(3) 17,5 21 24,5
R. Breite	1	Cent. Tiefe.	12 17,5
	8		17,5
	12		17,5

Parenchen der Rinde.

Länge der Zellen von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	(2) (2) (4) (2) 88 123 106 130 141 157 176
	8		(3) 280 298 315 351 421 456
	12		(2) (2) (4) (2) 263 280 315 351 333 386 456
T. Breite	1	Cent. Tiefe.	35,3 53 70
	8		17,5 24 28 56 60 70 87
	12		42 49 52 60 70 77
R. Breite	1	Cent. Tiefe.	37 46 55 64 74
	8		(2) 52 56 59 63 70 84 105
	12		(2) (4) (2) 52 56 60 70 77

Gefässe,
grösste, getüpfelte, gegliederte.

Durchmesser der Gefässe von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	52 56
	8		(2) 45 52 59 63 70
	12		(2) (3) (2) (2) 45 52 59 63 77
Länge der Gefässe.	1	Cent. Tiefe.	105 141 158 176
	8		105 122
	12		(2) 157 175

			Kleine getüpfelte	Spiral-Gefässe.	Bast.
Durchmesser der Gefässe von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	17,5 23	10,5 21	14 17,6
	8		24,5 28	—	10,5 14 17,5
	12		17,5 28	17,5	(2) (4) 10,5 14 17,5

Tabelle II. Linsen.

Epidermiszellen.

Länge der Zellen von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	(3) 105 141 117 158
	8		(1) 175 193 263 298 386
	12		Länge bis 456
T. Breite	1	Cent. Tiefe.	17,6 31 35
	8		17,5 24,5
	12		(2) (2) 21 24,5 31 35
R. Breite	1	Cent. Tiefe.	28 35
	8		10,5 14 17,5
	12		(3) 17,5 21 24,5

Rindenparenchym.

Länge der Zellen von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	95 88 (2) 105 113 131 (3) 141 124 158 (2) 176 194
	8		(2) 157 193 210 (2) 228 280 298
	12		(2) 140 193 210 228 235 (2) 245 298

T. Breite.	1	Cent. Tiefe.	64 70 77 84 105
	8		35 56 59 63 70 77
	12		35 52 70
R. Breite	1	Cent. Tiefe.	(4) (3) (3) 35 42 53
	8		52 56 59 63 70 73
	12		(2) (2) (2) 59 63 70 77

Gefässe

grösste, getüpfelte, gegliederte

Durchmesser.	1	Cent. Tiefe.	35
	8		35 59
	12		52
Länge der Gefässe von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	123
	8		140 210 245
	12		(2) 140 245

			Kleine getüpfelte	Spiral-Gefässe.	Bast.
Durchmesser.	1	Cent. Tiefe.	14 17,6	10,5 14 17,6	14 17,6
	8		17,5	14	(2) 10,5 14
	12		—	—	(2) 10,5 14

Tabelle III. Wicken.

Epidermiszellen.

Länge der Zellen von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	(3) 70,6 88 106
	8		(2) 228 280 298
	12		(2) (3) (2) 122 140 210 298
T. Breite.	1	Cent. Tiefe.	14 16,6 21
	8		17,5 24 42
	12		(4) (3) 17,5 24,5

R. Breite.	1	Cent. Tiefe.	21,8 24,7 32
	8		(2) 17,5 24,5
	12		(2) 17,5 24,5

Rindenparenchym.

Länge der Zellen von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	(3) (3) 105 123 130 141 158 176 245
	8		(2) 263 280 291 298 333 340
	12		(4) (2) (4) (2) 193 245 263 315 403
T. Breite.	1	Cent. Tiefe.	(2) (2) (2) 53 64,7 70 50 85
	8		21 35 42 56 63
	12		38 45 52
R. Breite.	1	Cent. Tiefe.	(2) (2) 42 52 60
	8		(2) 53 63 70
	12		(4) (3) 45 52 56 63 70

Gefässe

grösste, getäpfelte, gegliederte.

Durchmesser der Gefässe von Pflanzen aus:	1	Cent. Tiefe.	35,3
	8		35 42 52
	12		24,5 42 49 56 70
Länge der Gefässe.	1	Cent. Tiefe.	(2) (2) 159 183
	8		280
	12		210 263 287

			Kleine getüpfelte-	Spiral-Gefässe	Bast.
Durchmesser.	1	Cent.	17,5 21 28	10,5	10,5 14 17
	8		17,5	10,5 14	7 14
	12	Tiefe.	10 14 17,5	7,5 9,1 13	(2) (3) 7 10,5 14

Für vorliegende Zellmessungen wurde unter T. Breite die Ausdehnung der Zelle, welche dem Stengelumfange angehört, unter R. Breite die senkrecht hierauf stehende Ausdehnung verstanden.

In den letzten Tagen des Mai wurde eine letzte Ansaat in Töpfen und Kästen ausgeführt. Die transportabelen Geräthe boten im Falle des Eintrittes ungünstiger Witterung, wäre es nur lange und heftig andauernder Regen gewesen, den Vortheil, die Pflanzen unter geeignetere Umstände versetzen zu können; ausserdem waren als Bodenbestandtheile erstens Sand und zweitens ein Gemisch von Lehmboden und Gartenerde zu gleichen Theilen verwendet worden, dadurch aber eine gewisse Begrenzung der Medien, in welcher die Samen keimten, jedenfalls nothwendig und schon in Rücksicht der Leichtigkeit der Ausführung des Versuches, den Kästen und Töpfen der Vorzug zu geben gewesen. Hauptsächlich sollte diese Ansaat dazu dienen, die Entwickelung von Pflanzen verschiedener Tiefe, aus verschiedenen Bodenarten zu verfolgen, sie reihte sich, hinsichtlich der Bodenarten, der ersten Versuchsreihe des Gewächshauses mit 3 und 6 Centimeter Tiefe an, jetzt bot sich aber, abgesehen der Unterschiede, dass etwas andere Tiefen gewählt wurden, der Vortheil, die Pflanzen im Freien heranwachsen lassen zu können. Die Ansaat erfolgte in Sand zu 2, 5 und 8 Centimetern Tiefe je 15 Samen, in Lehmerde zu 2 und 8 Centimeter Tiefe je 50 Samen.

Die Mitteltemperatur des Lehmbodens betrug während der ersten 16 Tage der Keimung: 11,5°
die des Sandbodens: 11,5°
Mitteltemperatur während des ganzen Keimverlaufs in Sand und Lehm: 11,5°

Am 8. Tage nach der Ansaat kamen aus 2 Centimetern Tiefe des Lehmbodens Wickenpflänzchen an die Erdoberfläche. Die Axen besassen vor der Aufrichtung eine nur geringe Länge über der Erde, 5, 6, 7, 9 mm. war ihre Höhe, das die Keimknospe tragende, abwärts gerichtete Axenstück war stets sehr verkürzt. Die Gesammtlänge der Pflänzchen über der Erde nach der Aufrichtung betrug 12, 14, 15, 17 mm. Am 9. Tage nach der Ansaat erreichten Wickenpflänzchen, aus 8 Centimeter Tiefe,

12. Tag.	Erbsen					Linsen							Wicken						
	Lehm 2 Centm.		Sand 2 Centm.			Lehm 2 Centm.				Sand 2 Centm.			Lehm 2 Centm.				Sand 2 Cent.		
c. Länge vom Samen zum ersten Blatte	23	24	12	11	5	27	20	22	25	18	25	17	26	26	24	25	13	13	mm.
d. „ „ ersten zum zweiten „	7	7	5	9	0	6	10	10	9	5	11	6	5	6	5	5	6	7	
f. „ „ zweiten zum dritten rudimentären Blatte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	16	7	5	15	
e. Länge vom obersten rudimentären zum ersten gestielten Blatte	0	5	0	9	15	5	10	13	8	7	10	7	5	6	7	6	6	12	
g. Länge der Blattknospe	15	14	13	12		12	13	15	13	11	14	12	13	11	19	17	10	15	

13. Tag.	Pflanzen aus 8 Centimeter Tiefe.								
	Erbsen Lehm		Linsen Lehm		Wicken Lehm				
c. Länge vom Samen zum ersten Blatte	57	57	60	65	41	38	43	46	Millimeter.
d. „ „ ersten zum zweiten „	20	18	13	10	21	27	25	27	
f. „ „ zweiten zum dritten rudimentären Blatte	0	0	0	0	5	15	9	6	
e. Länge vom obersten rudimentären zum ersten gestielten Blatte	0	10	10	12	6	11	7	8	
g. Länge der Blattknospe	17	17	13	17	12	18	13	10	

ebenfalls die Erdoberfläche, ebenso Erbsen von 2 Cent. Tiefe. Erbsen, Linsen und Wicken zu 2 Cent. Tiefe aus Sand kamen erst am 12. Tage über die Erde, überhaupt schritt die Keimung in Sand langsamer vorwärts, obgleich hinreichend für Feuchtigkeit gesorgt wurde. Am 12. und 13. Tage betrug die Grösse einiger Pflänzchen, welche aus der Erde genommen worden waren, mit Berücksichtigung der Länge der unteren Internodien, wie vorstehend angegeben.

Die Streckung des für Pflänzchen aus 8 Cent. Tiefe zur Erreichung der Erdoberfläche nöthigen Axenstückes war demnach leicht von Statten gegangen, in der Gestalt und Grösse der Blattknospe waren die Pflänzchen beider Tiefen annähernd gleichartig.

Das weitere Wachsthum der Pflanzen gestaltete sich den nachfolgenden Aufzeichnungen entsprechend, die Messungen wurden lediglich an im Boden stehenden Pflanzen gemacht und zwar wurde an grösseren Pflänzchen, wo die Endknospe gewöhnlich noch etwas durch das oberste entwickelte Blatt überragt wird, bis zur Spitze der Ersteren gemessen und dies als oberirdische Länge der Pflänzchen bezeichnet.

14. Tag nach der Ansaat.	Länge der Pflänzchen über der Erde in Millimetern.		
Sand.	Erbsen.	Linsen.	Wicken.
2 Cent. tief	15 22 23	22 30	25 30 32 38
5 Cent. tief	15	17 20 23 34	18 22 23
8 Cent. tief	0	15 24	—
Lehm.			
2 Cent. tief	15 18 20 22 30	33 36 40 46	30 48 40 41 44
15. Tag.			
8 Cent. tief	20 21 22 29 32	32 37 42 43 50	26 30 32 31 35

16. Tag nach der Ansaat.	Länge der Pflänzchen über der Erde in Millimetern.		
Sand.	Erbsen.	Linsen.	Wicken.
2 Cent. tief	13 Keime 11 19 30	14 Keime 29 37	12 Keime 18—58
5 Cent. tief	15 Keime 11—25	14 Keime 25—34	14 Keime 27—39
8 Cent. tief	8 Keime eben über der Erde bis 24 hoch	14 Keime 15—39	12 Keime bis 24 hoch.
Lehm.			
2 Cent. tief	45 Keime 30—45	47 Keime 28—60	44 Keime 28—60
17. Tag. Lehm.			
8 Cent. tief	38 Keime 25—45	49 Keime 40—60	43 Keime 20 - 47
20. Tag. Sand.			
2 Cent. tief	25—46	41—50	38—75
5 Cent. tief	34—40	38—44	45—51
8 Cent. tief	28—43	24—54	25—40
Lehm.			
2 Cent. tief	55 56 60 75	32 45 56 66	55 66 68 80
21. Tag.			
8 Cent. tief	48 54 70	58 65 70	57 65
24. Tag. Sand.			
2 Cent. tief	40 - 65	40—60	55—75
5 Cent. tief	50—70	45—50	50—60
8 Cent. tief	40—80	35—56	25—53
23. Tag. Lehm.			
2 Cent. tief	80—125	55—75	65—100
24. Tag.			zerstört
8 Cent. tief	80—120	60—70	80

30. Tag. nach der Ansaat.	Länge der Pflänzchen über der Erde in Millimetern.		
Sand.	Erbsen.	Linsen.	Wicken.
2 Cent. tief	40—75	50—65	75—85
5 Cent. tief	50—75	25—53	55—65
8 Cent. tief	38 70—80	43—63	35—55
Lehm.			
2 Cent. tief	170—200	75—115	95—150
31. Tag.			
8 Cent. tief	150—180	70—100	100

Den folgenden Tag nach den in obiger Tabelle verzeichneten letzten Messungen wurden einige Pflänzchen zu 2 und 8 Cent. Tiefe aus der Erde genommen.

Die Wickenpflänzchen von 2 Cent. Tiefe enthielten noch etwas Stärke in den, den Innen- und Aussenflächen zunächst angrenzenden Parenchymzellen der Catyledonen. Die Wickenpflänzchen von 8 Cent. Tiefe waren an Stärke ganz entleert. Die Cotyledonen der Linsenpflänzchen aus 2 und 8 Cent. Tiefe gleichmässig fast vollständig Stärkefrei, in den Cotyledonen der Erbsenpflänzchen von 2 Cent. Tiefe noch etwas reichlichere Mengen Stärke vorhanden.

Trotzdem die Cotyledonen der Pflänzchen aus 2 Cent. Tiefe, sofern überhaupt Unterschiede existirten, eher noch etwas reichlichere Mengen Stärke enthielten, waren diese Pflänzchen in der Entwickelung und Gestalt, jetzt wo die Keimung als nahezu beendet anzusehen war, den tiefer stehenden Pflänzchen etwas voraus.

Mit Hülfe der vorhandenen Reservenahrungsstoffe war von Ersteren in gleichen Zeiten etwas mehr producirt worden. Die Pflänzchen, deren Cotyledonen vorhergehend untersucht wurden, erwiesen wieder eine der Tiefstellung entsprechende Streckung der unteren Indernodien, hinsichtlich der Länge ihrer Axen schliessen sie sich den Grössenverhältnissen der letzten Tage obiger Tabelle an. Die Gesammtlänge einiger derselben, von den Cotyledonen aufwärts, war folgende:

	Erbsen.			Linsen.		Wicken.		
	Lehm. 2 Centimeter tief.	Lehm. 8 und 5 Centimeter tief.	Sand.	Lehm. 2 und 8 Centimeter tief.		Lehm. 2 und 8 Centimeter tief.		
c. Länge von den Cotyledonen bis zum ersten Blatte	18	55	25	20	63	20	23	72
d. Länge vom ersten bis zum zweiten Blatte	7	20	19	10	10	8	4	
f. Länge v. zweiten bis zum dritten rudimentären Bl.	0	0	0	0	0	7	12	8
e. Länge v. obersten rudimentären zum ersten gestielten Blatte	16	15	17	20	15	20	6	17
a. Gesammtlängeder Hauptaxe	230	285	160	100	130	150	—	160
	5 Blätter.	5 Blätter.		3 Axen.	2 kurze Nebenaxen.	3 Axen.	3 Axen.	2 Axen.

Zur weiteren Charakterisirung der Pflanzen vorliegender Ansaat muss noch bemerkt werden, dass die entwickelteren Erbsenpflänzchen beider Tiefen aus Lehm 5 gestielte Blätter producirt hatten. Linsen- und Wickenpflänzchen besassen 2 bis 3 Axen. Abgesehen der Länge der Hauptaxe waren auch in der Grösse der Nebenaxen für Pflänzchen von 2 Cent. Tiefe etwas günstigere Verhältnisse zu beobachten, durch genauere Messungen ist das allerdings hier nicht festgestellt worden. Die Pflänzchen dieser Ansaat wurden in ihrer Gesammtheit, um zunächst eine allgemeine Vorstellung der weiteren Entwickelung von Pflänzchen verschiedener Tiefe zu bekommen, bis zur Blüthe in der Erde gelassen. Das weitere Wachsthum der in Lehm stehenden Pflanzen war dem Ansehen nach ein sehr gleichartiges, gleichzeitig kamen die Pflanzen beider Tiefen in Blüthe.

Die Entwickelung der in Sand stehenden Pflänzchen blieb hinter der der Pflänzchen aus Lehm weit zurück, nach der Tiefe machte sich, der Tabelle entsprechend, anfänglich ebenfalls eine ungefähr mit zunehmender Tiefe absteigende Grössenentwickelung geltend. Auch diese Pflänzchen producirten später, ein kümmerliches Leben fristend, einige Blüthen, rücksichtlich der Tiefstellung war im weiteren Wachsthum nichts charakteristisches beobachtet worden. Nach den bisherigen Ergebnissen von den

verschiedenen Ansaaten lassen sich schon die Verhältnisse, welche bei der Keimung aus verschiedenen Tiefen stattfinden, übersehen. Mit Erreichen der Erdoberfläche durch das junge Keimpflänzchen ist viel gewonnen, die weitere Entwickelung der Pflanzen gestaltet sich dann verhältnissmässig gleichartig, die bedeutende Streckung der unteren Axenstücke von Pflänzchen tiefer Ansaat giebt zu eingreifenden Störungen, wie sie sich etwa durch nachträgliches Absterben einer grösseren Zahl über der Erde stehender Pflänzchen geltend machen könnte, keine Veranlassung. Nicht unbeträchtlich ist dagegen die Zahl der Pflanzen, welche aus den Samen entwickelt, in der Erde durch Absterben der Keimknospe zu Grunde gehen. In Berücksichtigung dessen, wie überhaupt der Zahl der Samen, welche normale Pflanzen lieferten, oder andererseits beim Keimen in irgend welcher Weise fehlschlugen, mögen die Ergebnisse der letzteren Ansaaten nochmals zusammengestellt werden.

Die letzten beiden Ansaaten gaben aus beträchtlicher Tiefe günstigere, betreffentlich andere Resultate, wie eine frühere in Gartenerde bei circa 14° Bodenwärme, wo von je 200 Samen

	aus 8	und	aus 12 Cent. Tiefe
Erbsen:	108		95
Linsen:	200		162
Wicken:	183		168

erwachsene Keimpflanzen erhalten wurden.

Die Ansaat mit einer Bodenwärme von 7,5° während der ersten 30 Tage gab nachfolgende Zahl Pflanzen:

	aus 8	und	aus 12 Cent. Tiefe
Erbsen:	175		169
Linsen:	178		165
Wicken:	185		180

Nach beiden Ansaaten sind die Verluste in der grösseren Tiefe von 12 Cent. beträchtlicher.

Zwischen 2 und 8 Centimeter Tiefe der zuletzt im Hervorwachsen aus Lehmboden verfolgten Ansaat existirten nur an Erbsen nennenswerthe Verluste in grösserer Tiefe.

Es wurden 45 Pflanzen von 50 Samen aus 2 Centimeter, 38 Pflanzen dagegen aus 8 Centimeter Tiefe erhalten.

Die folgenden Ansaaten, welche ferner noch ausgeführt wurden, waren hauptsächlich darauf gerichtet die Einwirkung verschiedener Tiefe auf die Entwickelung der Pflanzen in späteren Lebenszuständen, als die Keimung, kennen zu lernen; sie fanden im freien Lande, in Gartenerde statt. Anschliessend der zuletzt eingeschlagenen Beobachtungsweise der bisherigen Versuche, soll an den folgenden Ansaaten ebenfalls zunächst festgestellt werden, wie viel Pflanzen aus den verwendeten Mengen Samen erhalten wurden. Die ersten zwei Ansaaten im freien Lande fanden, zunächst durch vorhergehende ungünstige Witterung etwas verzögert, Mitte und gegen Ende Mai statt, und zwar nach Eintritt gleichmässigerer Boden- und Witterungsverhältnisse. — Das zeitige Frühjahr mit seinem schroffen Wechsel in den Temperaturen und den Feuchtigkeitsniederschlägen schien mir zu Versuchen im freien Lande ungeeignet, dagegen machte sich freilich für folgende spätere Ansaaten, mit zunehmender Wärme des Bodens, ein immer beträchtlicherer Verlust an Samen, welche gar nicht keimten, oder deren Keimlinge im Boden zu Grunde gingen, geltend. — Durch die Zahl der Pflanzen, welche in verschiedenen Tiefen von den stattgefundenen Ansaaten erhalten wurden, werden die möglichen Tiefen schon wesentlich eingeschränkt und ist durch dieses Ergebniss ein erster Schritt zum Erledigen vorliegender Aufgabe gethan. Ausser zur Feststellung der Unterschiede lebhaft vegetirender, blühender und in Fruchtentwickelung stehender Pflanzen diente das aus den folgenden Ansaaten erhaltene, mannigfache Material noch dazu, ein definitives Urtheil über die Beschaffenheit erwachsener Keimpflanzen verschiedener Tiefen zu gewinnen.

Im freien Lande ausgeführte Ansaaten.

Ansaat Nr. 1 von Mitte Mai.

Mitteltemperatur des Bodens während		
der ersten 12 Tage der Keimung:	in 4 Cent.:	12,2° Cels.
	in 12 Cent.:	12,5° Cels.
während der ersten 30 Tage:	in 4 Cent.:	15° Cels.
	in 12 Cent.:	15,1° Cels.

Je 30 Samen

	zu 1	3	5	7	9	12	Cent. tief angesät
erhalten:							
Erbsen:	28	28	30	27	24	26	
Linsen:	28	30	29	26	18	26	
Wicken:	27	27	30	22	20	30	fruchtreife Pflanzen.

Ansaat Nr. 2 vom 25. Mai.

Mitteltemperatur des Bodens während der
ersten 12 Tage nach der Ansaat: in 4 Cent.: 14,1°
in 12 Cent.: 14,5°
während der ersten 30 Tage nach der Ansaat in 4 Cent.: 16,9°
in 12 Cent.: 16,9°

Je 100 Samen

	1	3	6	12	Cent. tief angesät
erhalten:					
Erbsen:	86	96	83	59	
Linsen:	80	98	67	76	
Wicken:	71	84	85	68	fruchttragende Pflanzen.

Ansaat Nr. 3 vom 19. Juni.

Mitteltemperatur des Bodens während der
ersten 12 Tage nach der Ansaat. in 4 Cent.: 18,6°
in 12 Cent.: 18,5°
bis zum Ende der Keimung in 4 Cent.: } 18,5°
in 12 Cent.: }

Je 200 Samen

	1	4	8	12	Cent. tief angesät
erhalten:					
Erbsen:	164	185	100	133	
Linsen:	195	174	186	188	erwachsene Keim-
Wicken:	193	190	175	170	pflanzen.

Ansaat Nr. 4 vom 19. Juli.

Mitteltemperatur des Bodens in den ersten
10 Tagen: in 4 Cent.: 21,4°
in 12 Cent.: 21,9°
bis zu beendigter Keimung: in 4 Cent.: 20,8°
in 12 Cent.: 21,5°

Je 200 Samen

	1	4	8	12	Cent. tief
Linsen:	171	177	136	104	erwachsene Keim-
Wicken:	174	175	94	111	pflanzen.

Ansaat Nr. 5 Ende August.

Mitteltemperatur des Bodens während der
ersten 12 Tage: in 4 Cent.: 18,3°
in 12 Cent.: 18,5°
bis zu beendigter Keimung: in 4 Cent.: 16,3°
in 12 Cent.: 16,3°

	1	3	6	9	12	Tiefe. Centimeter Tiefe.
Erbsen						
Zahl der Samen der erhaltenen Keim-						
pflanzen:	70	70	70	70	70	
	51	52	37	45	39	
Linsen						
Zahl der Samen der						
Keimpflanzen:	74	74	73	73	73	
	73	65	62	56	56	
Wicken						
Zahl der Samen der						
Keimpflanzen:	74	72	72	68	69	
	62	65	61	53	56	

Bei Betrachtung vorliegender Zusammenstellung ergibt sich aus dem Verlaufe der Keimung der Ansaaten 1 und 2, deren Pflanzen bis zur Fruchtreife im Boden blieben, dass die seichtesten Ansaaten von 1 Cent. Tiefe, wie andererseits alle tieferen Unterbringungen, von ungefähr 6 Cent. abwärts, für Erbsen 6 Cent. Tiefe eingerechnet, mehr oder minder beträchtliche Verluste mit sich bringen.

Aus der Reihe der Linsenpflänzchen von 6 Cent. Tiefe der 2. Ansaat waren durch äussere Verhältnisse eine Anzahl Pflanzen beschädigt worden, demnach fehlt hier eine richtige Ziffer.

Ferner sind unter im Juni obwaltenden Bodenverhältnissen, nach dem Verlaufe der Keimung von Ansaat Nr. 3 für Erbsen Tiefen von 8 Cent. ganz unausführbar, auch die Verluste an

Wicken in gleicher Tiefe waren bei dieser Ansaat erhebliche und nur die Linsen, eine unter den verschiedensten Umständen die Keimung glücklich überstehende Pflanzenart, lieferten im vorliegenden Falle selbst in 12 Cent. Tiefe einen erträglichen Verlust an Samen. Die geringere Zahl unter 4 Cent. Tiefe erhaltener Linsenpflanzen steht, wie die Nachbarzahlen lehren, ausser Beziehung zur Bodenlage. — Unter Verhältnissen, wie sie zur Zeit der Ansaat Nr. 4 im Juli existirten, sind ferner für Wicken und Linsen Tiefen von 8 Cent. nicht anwendbar, überhaupt hat diese Ansaat, da in allen Tiefen beträchtliche Verluste wahrscheinlich in Folge grösserer Bodenwärme entstanden waren, weniger Interesse.

Die letzte Ansaat im August war vorzüglich deswegen ausgeführt worden, weil es erwünscht schien noch eine Anzahl in lebhafter Vegetation, betreffentlich in Blüthe stehender Pflanzen zu gewinnen; in Betracht der gewöhnlich günstigen, gleichmässigen Herbstwitterung versprach der Versuch guten Verlauf, leider keimten die Erbsen eine andere Sorte Samen, wie zu allen übrigen Versuchen verwendet, schlecht, Linsen und Wicken gaben in Uebereinstimmung zu früheren Versuchen mit zunehmender Tiefe grösseren Ausfall. Nach den Ergebnissen aller Ansaaten sind die seichtesten Lagen der Samen in der Erde, wie die grösseren Tiefen mit ihren unter verschiedenen Umständen eintretenden, nach ihrer Beträchtlichkeit mannigfach schwankenden Verlusten nicht vortheilhaft. Ungefähr gleichzeitig mit der, der Fruchtreife zugehenden Ansaat Nr. 2 wurde eine unter gleichen Bedingungen keimende Ansaat gemacht, deren Pflanzen in verschiedenen Entwickelungszuständen des Keimungsverlaufes zu Untersuchung der Zellbeschaffenheit namentlich der Axentheile und zu Messungen dienten, in grösster Zahl aber bei beendigter Keimung zur Feststellung der Grössenunterschiede von erwachsenen Keimpflanzen verschiedener Tiefe benutzt wurden.

Den Ausgangspunkt für die Untersuchung des Zellinhaltes der Axen heranwachsender Keimpflänzchen gaben einige Pflänzchen der letzterwähnten Ansaat vom 4. und 5. Keimungstage mit folgender Grösse.

4. Tag.

Wicken aus 3 Centim. Tiefe			Wicken 7 Centim.
Länge der Pflänzchen vom Samen aufwärts	a: 7 7 6 5	Zwischen den Cotyledonen	Axenlänge: 21 9 10 mm.
Wurzellänge	b: 19 25 23 12	21	Blattknospe: 4 3 3
			b: 30 20 20

Wicken zu 5 und 15 Centimeter

sind ziemlich gleich

a. 4 bis 11 mm.
b. 8 bis 27

5. Tag.

Erbsen 1 Centimeter.	Erbsen 9 Centimeter.
Keimknospe zwischen den Cotyledonen,	desgl.
Wurzellänge: 42 29	30 28 mm.

5. Tag.

Linsen 1 Centimeter.	Linsen 3	Linsen 7	Linsen 9	Linsen 15 Cent.
Keimknospe zwischen den Cotyledonen	Länge der Axe: 5	8	29	35 mm.
	Der Blattknospe: 3	3	4	4
Wurzellänge: 16.	20	50	45	55

Am Ende der Untersuchungen über die Zellbeschaffenheit der Keimpflänzchen, welche den nächsten Gegenstand der vorliegenden Mittheilungen bilden, wird direkt anschliessend das weitere Wachsthum vorstehender Pflänzchen durch einige weitere Messungen nachgewiesen werden.

Linsen- und Wickenpflänzchen vom 4. und 5. Tage waren nach Obigen am weitesten entwickelt, namentlich die Axen der Linsenpflänzchen tiefer Stellung zum Boden schon beträchtlich gestreckt und waren der verschiedenen Verlängerung der Axen entsprechende Unterschiede im Zellinhalte nachweisbar.

Im Rindenparenchym der Stengelaxen von Pflänzchen aus 9 Cent. Tiefe (Länge 29) und 15 Cent. Tiefe (Länge 35) war weniger Zucker, als in dem der kleineren Axen enthalten.

Im oberen Theile der Axe des Pflänzchens von 15 Cent. Tiefe (Länge 35) war Stärke in den Stärkenringen vorhanden, dagegen fehlte die Stärke ganz im unteren Axenstücke. Die Axe des Pflänzchens von 9 Cent. Tiefe (Länge 29) enthielt in ganzer Länge oben und unten in den Stärkeringen Stärke: wesentlich gleich beschaffen war die Axe des Pflänzchens aus 7 Cent. Tiefe (Länge 8). Das Pflänzchen von 3 Cent. Tiefe

(Länge 5) enthielt ausser in den Stärkeringen im Riederparenchym und zwar im oberen Theile reichlicher, im unteren Theile weniger Stärke; wesentlich gleich beschaffen war die Axe des Pflänzchens aus 1 Cent. Tiefe (Axe zwischen den Cotyledonen), nur waren die Rindenparenchymzellen in ganzer Länge der Axe mit Stärke gefüllt.

Die Wickenpflänzchen gaben Wiederholung des an den Linsenpflänzchen beobachteten, oder sie waren, wie die Erbsen, durch ihre Kleinheit zum Vergleichen ungeeignet.

Im weiteren Wachsthum hatten die Linsenpflänzchen aus 1 Cent. Tiefe bis zum 7. Tage 19 bis 39 mm. Länge von den Cotyledonen aufwärts erreicht. Die Axen der Pflänzchen von 15 Cent. Tiefe waren 82 bis 102 mm. lang. In den Stengelaxen der Pflänzchen beider Tiefen fanden sich reichliche Mengen Asparagin, ebenso im hypocotylen Gliede der 1 Cent. tief stehenden Pflanzen, dagegen war dasselbe in dem hypocotylen Gliede von Pflanzen aus 15 Cent. nicht nachzuweisen.

Dieser kleine Unterschied, dass im hypocotylen Gliede von Pflänzchen seichter Ansaat länger Asparagin nachweisbar bleibt, bestätigte sich an Pflänzchen anderer Ansaaten, sowie an Wicken- und Erbsenpflänzchen. So enthielten Linsenpflänzchen von 1 Cent. Tiefe.

Axe: 54 und 61 mm.
Blattknospe: 16 18 im hypocotylen Gliede Asparagin,
dagegen Linsen aus 7 Cent. Tiefe Axe: 86 mm.
Blattknospe: 8 in demselben Theile keine Asparagin.

In Wicken von 1 Cent. Tiefe Axe: 22 mm.
Blattknospe: 7
war im hypocotylen Gliede, wenn auch nicht reichlich Asparagin nachweisbar, im hypocotylen Gliede von Wickenpflänzchen ungefähr gleichen Alters aus 9 und 12 Cent. Tiefe, nachfolgender Grösse:

	9 Cent.		12 Cent.	
Axenlänge:	43	52	98	115 mm.
Asparagin nicht zu finden. Blattknospe:	5	6	5	7

Erbsenpflänzchen mit in allen Theilen geringerem Asparagingehalte enthielten im hypocotylen Gliede von Pflänzchen aus 1 Cent. Tiefe, Länge: 34 und 36 mm., vom 10. Tage nach der

Ansaat Asparagin; in Pflänzchen gleichen Alters, aber beträchtlicher Tiefstellung, fehlte es, oder war in so geringer Menge vorhanden, dass es der Nachweisung entging.

Im Stärkegehalte des hypocotylen Gliedes existirten zwischen Pflänzchen seichter und tiefer Bodenstellung ähnliche Unterschiede wie im Asparagingehalt. Dem entsprechend war in dem hypocotylen Gliede des vorgehend erwähnten Wickenpflänzchens aus 1 Cent. Tiefe (Länge der Axe 22) etwas Stärke im Parenchym der Rinde, in den anderen Pflänzchen von 9 Cent. Tiefe und 45, 52 Länge der Axe, keine Stärke im Rindenparenchym des hypocotylen Gliedes vorhanden. Nachstehende Untersuchungen von Erbsen- und Linsenpflänzchen geben hinsichtlich des Stärkegehaltes des hypocotylen Gliedes hiermit übereinstimmende Resultate, sie verhielten sich hierin, wie in der Beschaffenheit der Axen in nachfolgender Weise:

Die Pflänzchen stammten vom 7. und 8. Tage nach der Ansaat

7. Tag.		8. Tag.	
Erbsen 1 Cent. tief.		Erbsen 12 Cent. tief.	
Länge der Pflänzchen von den Cotyledonen bis zur Spitze:	19 24	Axenlänge:	103 106 mm.
		Blattknospe:	17 13
8. Tag.			
Linsen 1 Cent.		Linsen 12 Cent.	
Länge der Pflänzchen:	28 25	Axenlänge:	130 120
		Blattstellung:	10 10

Das hypocotyle Glied der Erbsenpflänzchen von 1 Cent. Tiefe enthielt Stärke im Rinderparenchym, das der Pflänzchen von 12 Cent. Tiefe nicht. Die Axen ersterer Pflänzchen führten in ganzer Länge Stärke in den Stärkeringen im obersten Theile auch etwas Stärke im Rindenparenchym, in den Axen 12 Cent. tiefer Pflänzchen war dagegen nur im oberen kleineren Theile in den Stärkeringen, im unteren Theile weder im Rindenparenchym, noch den Stärkeringen Stärke vorhanden.

Dieselben Unterschiede bestanden zwischen Linsenpflänzchen von 1 und 12 Cent. Tiefe. Stärke im Rindenparenchym des hypocotylen Gliedes 1 Cent. tiefer Pflanzen vorhanden, in dem 12 Cent. tiefer Pflänzchen, fehlend, zuweilen wenig in der Nähe der

Cotyledonenstiele. Stärke in den Stärkeringen in ganzer Länge der Axe von Pflanzen aus 1 Cent. Tiefe, im oberen Theile auch etwas im Rindenparenchym. In den Axen 12 Cent. tiefer Pflanzen, Stärke im unteren Stücke ganz fehlend, oben in der Axe nur in den Stärkeringen. Der Zuckergehalt des Rindenparenchyms der Axe von Pflänzchen aus 12 Cent. war etwas geringer, als der 1 Cent. tiefer Pflänzchen. Der Zuckergehalt in den Erbsenpflanzen beider Tiefen annähernd gleichartig.

Hinsichtlich der Axenbeschaffenheit von Wickenpflänzchen verschiedener Tiefe ähnlicher Grösse und ähnlichen Alters, wie vorgehende Pflänzchen, verhielten sich einige wie folgt:

Wicken 1 Cent.	Wicken 9 Cent.
Länge der Pflänzchen von	Axenlänge: 87 84 mm.
von den Cotyledonen	Blattknospe: 11 11
aufwärts: 33 36	

Die Pflänzchen aus 1 Cent. Tiefe enthielten Zucker im Parenchym der Rinde, Stärke in den Stärkeringzellen in ganzer Länge der Axe. In den Axen der Pflänzchen von 9 Cent. Tiefe war im oberen Theile Stärke in den Stärkeringen, weiter oben auch noch etwas im Parenchym der Rinde; unten in der Axe, nirgend Stärke vorhanden. Zucker war im Rindenparenchym spärlich nachzuweisen. Alle Pflänzchen tieferer Ansaat, welche vorgehend untersucht wurden, befanden sich hinsichtlich der Axen im Zustande der grössten in der Erde möglichen Verlängerung, kurz vor Erreichen der Erdoberfläche, oder nachdem dieselbe eben erreicht war. Im grösseren unteren Theile der Axe war alle Stärke auch in den Stärkeringen verbraucht, wie dies schon vor dem in Beginn der Verlängerung der Axen von Linsenpflänzchen, welche aus grösserer Tiefe hervorgewachsen waren, beobachtet wurde.

Pflänzchen von 1 Cent. Tiefe gleichen Alters enthielten dagegen, von den Cotyledonen bis zur Terminalknospe aufwärts, Stärke in den Stärkeringen. Bei der Besprechung der während des Keimungsverlaufes stattfindenden allgemeinen Umstände fanden die Veränderungen im Zellinhalte heranwachsender Keimpflanzen seichter Ansaat von 1 Cent. Tiefe schon Erwähnung. Darnach bleibt bei weiterem Wachsthum, in späteren Lebenszuständen der Keimpflanzen, wie vorgehend verfolgt, in den oberirdischen Axen

im Längsverlaufe und zwar bis gegen Ende der Keimung, Stärke in den Stärkeringen erhalten, Zucker ist bis zu beendigter Keimung im Rindenparenchym der Axen nachzuweisen, auch Asparagin findet sich in wechselnder Menge in früher erwähnter Weise vor. Als Ergänzung für die Angaben über die Beschaffenheit von Pflanzen tiefer Stellung zur Erde ist noch Folgendes nachzutragen. Es dienten zu weiterer Untersuchung nächstdem einige Pflänzchen von wiederum 12 Cent. Tiefe. In Folge geringerer Luft- und Bodenwärme war die Entwickelung derselben etwas langsamer, wie die der zuletzt untersuchten Pflänzchen tiefer Lage, von Statten gegangen, sie waren etwas älter, die Wicken- und Erbsenpflänzchen, auch etwas grösser, als die vordem untersuchten. Alle Pflänzchen hatten die Erdoberfläche erreicht und waren meist schon ergrünt.

Zur Vergleichung ist die Grösse von gleichalten Pflanzen aus 1 Cent. Tiefe derselben Ansaat, neben der Grösse der Pflänzchen aus 12 Cent. Tiefe nachfolgend aufgeführt.

	Erbsen 1 Cent.		Linsen 1 Cent.		Wicken 1 Cent.		Linsen 12 Cent.	
Länge der Pflänzchen von den Cotyledonen aufwärts:	34	36	54	61	45	54	126	137 mm.

oder die einzelnen Stücke der Axe und die Terminalblattstellung gemessen:

c. vom Samen zum ersten Blatte	10	9	16	20	3	7	92	112
d. vom ersten zum zweiten Blatte	6	9	11	11	4	4	14	12
e. vom zweiten rudimentären zum ersten gestielten Blatte	0	5	11	12	9 f. vom 2. zum 3. rudimentär. Blatte e. 12	10 14	8	5
f. Blattstellung	18	13	16	18	17	19	12	8

In der Axe der Linsen von 12 Cent. Tiefe war im unteren Theile zunächst den Cotyledonen kein Asparagin, im oberen Theile der Blattstellung angrenzend wenig nachzuweisen. Das obere Axenstück enthielt Stärke in den Stärkeringen, während die Stärke im unteren Theile ganz fehlte. Zucker war im Rindenparenchym in der ganzen Länge der Axe nachweisbar.

12. Tag.

	Erbsen 12 Cent.	Wicken 12 Cent.	
Länge der Pflänzchen von den Cotyledonen aufwärts:	131	142	150 mm.
c. von den Cotyledonen zum ersten Blatte:	55	69	60
d. vom ersten zum zweiten Blatte:	25	43	48
f. vom zweiten zum dritten Blatte:	0	10	11
b. vom obersten rudimentären zum ersten gestieltenBlatte:	30	10	14
a. Blattknospe:	24	10	17

Asparagin war in Erbsenpflänzchen von 12 Cent. Tiefe im untern Theile der Axe wenig, oben im Rindenparenchym reichlich, Zucker im Rindenparenchym des oberen und unteren Theiles der Axe nachweisbar. Stärke fehlte im grösseren Theile der Axe ganz, oben war sie in den Stärkeringen vorhanden.

Ebenso beschaffen waren die Axen von Wicken aus 12 Cent., Asparagin im unteren Theile der Axe wenig, oben im Rindenparenchym reichlich vorhanden. Stärke fehlte im unteren Theile der Axe, war dagegen zunächst der Blattstellung in den Stärkeringen, theilweise sogar im Rindenparenchym, nachzuweisen.

Im Verlaufe des Wachsthums der Keimpflanzen entleert sich, wie früher erwähnt wurde, das hypocotyle Glied von Pflanzen aller Tiefen vollkommen an Stärke und geschieht dies nur von Pflanzen tiefer Stellung in der Erde entsprechend schneller, wie dies an Pflanzen letzterer Art vorgehend schon nachgewiesen wurde. Es blieb noch zu ermitteln, zu welcher Zeit Pflänzchen seichter Ansaat die Stärke aus dem hypocotylen Gliede ganz verlieren. Nachfolgende Pflänzchen erweisen die Grösse, bei welcher diese Entleerung stattfindet und theilweise schon stattgefunden hat. Linsen- und Erbsenpflänzchen vom 10. Tage nach der Ansaat:

	Erbsen 1 Cent.	Linsen 1 Cent. tief.
Länge der Pflänzchen von den Cotyledonen aufwärts:	35 38 43	63 mm.

enthielten im Rindenparenchym des hypocotylen Gliedes noch etwas, aber wenig Stärke, dagegen war das hypocotyle Glied eines Wickenpflänzchens derselben Ansaat vom 9. Tage

Axenlänge: 49 mm.

Blattstellung: 20 lang,

an Stärke ganz entleert und auch das unterste, im Boden befindliche Axenstück des Pflänzchens, oberhalb der Cotyledonen in den Stärkeringen ganz stärkefrei. Letzteres ist eine weitere, sich während der Entwickelung der Pflanzen geltend machende Eigenthümlichkeit, dass nämlich, abgesehen des sehr baldigen Verschwindens aller Stärke aus dem unteren, bedeutend gestreckten Axenstücke von Pflanzen tiefer Stellung in der Erde, die Stärke überhaupt aus den Stärkeringen des ganzen in der Erde befindlichen Stückes der Axe von Pflanzen jeder Tiefe verschwindet. Markirt sich demnach nach abwärts die Erdoberfläche als Grenze für die Stärke in der Axe, in weiterer Gestaltung der Pflanzen, so findet sich andererseits auch Zucker und Asparagin in ganzer oder grösster Länge des unteren Axenstückes später nicht mehr vor; wol dem Verbrauche der Cotyledonen an Reservenahrungsstoffen entsprechend, und demzufolge geringerer Zuleitung der flüssigen Reservestoffe von dort.

Bei gleicher Beschaffenheit des Zellinhaltes der oberirdischen Axentheile sind Pflanzen verschiedener Tiefstellung dann auch in den unter der Erde befindlichen Theilen gleich beschaffen, und unterscheiden sich nur durch ein längeres oder kürzeres unterirdisches, des lebendigen Chlorophylles entbehrenden Stengelstück.

Durch einige nachfolgend angegebenen Untersuchungen werden letztere Behauptungen weiterhin belegt.

Pflanzen verschiedener Tiefe, welche unter höheren Temperaturen keimten und in der Entwickelung schon ziemlich weit vorgeschritten waren, hatten am 14. Tage nach der Ansaat, an welchem sie der Erde entnommen wurden, folgende Grösse:

	Linsen 4 Cent. tief.			Wicken 12 Cent. tief				
Länge der Pflanzen von den Cotyledon. aufwärts	145	112	142	135	200	200	207	187 mm.
Länge über der Erde	105	73	102	95	80	80	87	67

Weder Stärke, noch Asparagin oder Zucker war im hypo-

cotylen Gliede beider Pflanzenarten nachzuweisen, ebenso fehlte die Stärke im unterirdischen Axenstücke gleichmässig vollständig, Zucker war in demselben nicht zu ermitteln. Im obersten Theile desselben Axenstückes enthielten die Wickenpflanzen etwas Asparagin, dagegen zunächst den Cotyledonen und aufwärts, wie die Linsen in ganzer Länge desselben, kein Asparagin. Die oberirdische Axe der Linsenpflanzen enthielt im Rindenparenchym Zucker, Asparagin wenig, Stärke in den Stärkeringen.

Gegen Ende der Keimung entleerten sich die Stärkeringzellen der Pflanzen in den oberirdischen Axenstücken an Stärke. Erbsenpflanzen vom 18. Tage aus 12 Cent. Tiefe besassen im unterirdischen Axenstücke und hypocotylen Gliede weder Stärke, noch Zucker oder Asparagin; im Rindenparenchym der oberirdischen Axe war Zucker vorhanden, Stärke nur noch zum Theil in den Stärkeringen.

Am 20. Tage, bei beendigter Keimung der Erbsen- und Linsenpflanzen verschiedener Tiefe, war die Stärke in den Stärkeringen der Axe ganz verbraucht, in gleicher Weise verhielten sich die Wickenpflänzchen, welche am 21. Tage nach beendigter Keimung der Erde entnommen wurden.

Nach allen vorgehenden Untersuchungen über die Beschaffenheit des Zellinhaltes der Keimpflanzen existiren im Zellinhalte des hypocotylen Gliedes und der unteren Internodien der Stengelaxe, zwischen Pflänzchen seichter oder tiefer Bodenstellung, während der Keimung zeitweilig kleine Unterschiede; in weiterem Wachsthum der Pflanzen werden dieselben aber im Wesentlichen beglichen und sind eingreifende Störungen im Stoffwechsel beim Vorhandensein langgestreckter unterer Internodien, wie sich auch nach den normalen Beschaffenheiten der erwachsenen Keimpflanzen von tiefer Stellung in der Erde erwarten liess, nicht nachzuweisen.

Es wären nun die Messungen an heranwachsenden Keimpflänzchen wieder aufzunehmen, nach vorgehenden Angaben hatten namentlich Linsenpflänzchen grösserer Tiefe, vom 4. u. 5. Tage nach der Ansaat, schon beträchtlich gestreckte Axen, das weitere Wachsthum der Pflanzen gestaltete sich, mit einigen Zahlen belegt, in folgender Weise:

Tabelle I.

Wicken. 6. Tag.

1 Cent. tief.

Länge der Pflänzchen von den Cotyledonen aufwärts:	22	25	13	mm.
Wurzellänge:	60	62	52	

	5 Cent.			9 Cent.			15 Cent. tief.			
Axenlänge:	45	43	40	63	53	58	78	64	56	mm.
Blattknospenlänge:	9	7	7	7	5	5	4	5	5	
Wurzellänge:	100	102	57	85	65	70	68	—	55	

9. Tag.	1 Cent.			5 Cent.			9 Cent.			15 Cent. tief.
Axenlänge:	53	49	37	78	85	67	108	115	115	122
Blattknospe:	19	20	16	21	17	11	15	16	12	7
Wurzellänge:	135	165	130	100	—	130	108	120	117	—

Linsen.

7. Tag.	1 Cent.		5 Cent.			9 Cent.			15 Cent. tief.		
Länge der Axe:	19	22	46	48	46	85	85	81	102	98	101
„ d. Blattknospe:		8	5	6	5	8	7	7	6	5	6
Wurzellänge:	65	105	73	92	70	115	108	82	90	100	—

10. Tag.:	1 Cent.				5 Cent.				9 Cent. tief.			
Länge der Axe:	45	42	48	40	78	75	75	72	110	110	120	
„ d. Blattknospe:	18	22	22	18	15	18	15	16	16	17	18	
Wurzellänge:	190	160	190	140	150	145	150	150	115	100	80	

	15 Cent. tief.		
Länge der Axe:	157	167	175
Länge der Blattknospe:	7	12	14
Wurzellänge:	95	80	95

Erbsen.

7. Tag.	1 Cent.		5 Cent.			9 Cent.			15 Cent. tief.		
Länge der Axe:	19	16	35	40	36	42	45	48	56	45	42
„ d. Blattknospe:			7	8	7	8	10	8	8	8	7
Wurzellänge:	80	105	60	62	60	80	115	110	118	97	108

11. Tag.	1 Cent.				5 Cent. tief.			
Länge der Axe:	38	33	43	35	60	85	82	90
Länge der Blattknospe:	28	23	33	25	10	35	22	40
Wurzellänge:	150	170	160	180	120	140	145	135

	9 Cent.			15 Cent. tief.		
Länge der Axe:	110	100	100	136	132	121
Länge der Blattknospe:	23	20	25	14	15	15
Wurzellänge:	120	120	110	150	130	130

Von dem Zustande an, wie ihn die Pflanzen nach den letzten Messungen der Tabelle I besassen, bis zu beendigter Keimung, ging die Entwickelung der Pflanzen aller Tiefen ziemlich gleichartig weiter. Die Grösse der erwachsenen Keimpflanzen ist in nachverzeichneter Tabelle II enthalten.

Hinsichtlich der verschiedenen Wachsthumsphasen der Keimpflanzen ist das Wichtigste und Bemerkenswertheste bisher schon mitgetheilt worden, doch mag es nicht unterlassen werden, hier noch einige Messungen an Linsen- und Wickenpflänzchen vom 9. Tage der Ansaat Nr. 1 anzufügen. Alle Linsen- und Wickenpflänzchen verschiedener Tiefe dieser Ansaat, welche am 9. Tage bereits über die Erde hervorgekommen waren, besassen ein längeres oder kürzeres Axenstück über der Erde. Die Axen dieser Pflänzchen scheinen demnach zur Streckung geschickter, wie die Erbsen, welche aus allen Tiefen, soweit sie sich schon über der Erde befanden, nur mit der Blattknospe hervorragten. Die Erfahrung der geringeren Streckungsfähigkeit der Erbsenaxen steht in vollkommenem Einklange mit den beobachteten beträchtlichen Verlusten an Erbsenpflanzen beim Keimen aus grösserer Tiefe. Die nachstehenden Zahlen sind ferner deswegen von einigem Interesse, weil sie die Gleichartigkeit der Blattknospen von Linsen- und Wickenpflanzen aller seichter und mittlerer Tiefen erweisen. Das untere Axenstück tiefer stehender Pflanzen ist mit Leichtigkeit gestreckt worden, in annähernder Gleichartigkeit der oberirdischen Theile stehen sich demnach die Pflänzchen wenigstens aller Tiefen von 1 bis 7 Centimeter schon am 9. Tage gegenüber.

Ansaat Nr. 1.

9. Tag. Linsen.

Tiefe:	1 Cent.		3 Cent.		5 Cent.		7 Cent.		9 Cent.	
Länge der Axe über der Erde:	20	25	22	24	18	16	17	20	20	15 mm.
Blattknospe:	11	14	14	12	10	11	15	10	10	9

Tiefe:	1 Cent.		3 Cent.		5 Cent.		7 Cent.		9 Cent.	
Länge der Axe über der Erde:	17	17	17	15	10	10 mm.				
Blattknospe:	10	14	14	10	7	8				

Wicken.

	1 Cent.			3 Cent.			5 Cent.			7 Cent. tief.		
Länge der Axe über der Erde:	28	25	30	24	24	13	25	18	15	13	10	15	10
Blattknospe:	12	13	15	20	12	15	14	12	10	12	12	12	10

Tabelle II.
Erwachsene Keimpflanzen.

Wicken.

	1	3	5	7	15 Cent. tief.
Länge der Pflänzchen über der Erde:	143	134	155	141	125 mm.
Blätterzahl:	5	5	5	5	4

Linsen.

	1	3	5	7	9	15 Cent. tief.
Länge der Pflänzchen über der Erde:	138	122	131	129	128	83
Summe d. Axenlängen:	282	222	217	211	169	106
Zahl der Axen:	2—3	2—3	2	2	2	1—2

Erbsen.

	1	3	5	7	9	15 Cent. tief.
Länge d. Pflänzchen über der Erde:	163	190	193	179	155	105
Blätterzahl:	4—5	4—5	4—5	meist 4	meist 4	4

In Uebereinstimmung mit früheren Angaben existiren nach obiger Tabelle II in der Länge der oberirdischen Theile erwachsener Keimpflanzen, verschiedener Tiefstellung, mehr oder minder beträchtliche Unterschiede zu Gunsten der Pflanzen seichterer Ansaaten. Die Pflänzchen letzterer Art sind meist in der Länge der Hauptaxe, der Länge und Zahl der Nebenaxen, in der Zahl der Blätter, wie in der ganzen Entwickelung etwas voraus. So wurde es vorher an den aus Lehmboden gewachsenen Pflanzen von 2 und 8 Cent. Tiefe gefunden und wird durch obige Zahlen bestätigt. Zuweilen ergibt sich auch für Pflanzen der seichtesten Ansaaten geringere Entwickelung, die Erbsenpflanzen aus 1 Cent. Tiefe letzterer Messungen sind zum Beispiel kürzer wie die Pflanzen der nächsten Tiefen.

Die Wurzeln der Keimpflanzen, deren Grösse an den Pflanzen der Tabelle II nicht bestimmt wurde, besitzen bei allen drei Pflanzenarten, namentlich in den seichtesten Tieflagen, eine besonders kräftige Entwickelung und gewöhnlich beträchtlichen Länge, es spricht sich dies schon in der Länge der wachsenden

Wurzeln aus und machte sich namentlich an Erbsen-, Linsen- und Wickenpflanzen von 1 Cent. Tiefe vom 9. und 10. Tage vorgehender Tabelle kenntlich.

Zur Feststellung der Wurzelgrösse erwachsener Erbsenkeimpflanzen dienten eine Anzahl Pflänzchen aus 1, 4, 8 und 12 Cent. Tiefe, und zwar fand die erste Messung gleichzeitig an den Pflänzchen von 4 und 12 Cent. Tiefe statt, sie ergab als durchschnittliche Wurzelgrösse für

Erbsen in 4 Cent.	für Erbsen in 12 Cent. Tiefe
187 mm.	128 mm.

während die 2. Messung an Pflänzchen der anderen beiden Tiefen, 3 Tage später erfolgend, nachstehende durchschnittliche Wurzelgrösse lieferte

für Erbsen in 1 Cent.	für Erbsen in 8 Cent. Tiefe
219 mm.	190 mm.

Die Pflanzen, an welchen die letzten Messungen vorgenommen wurden, hatten die Keimung ganz beendigt, während die Pflanzen, an welchen die ersten Wurzelmessungen stattfanden, der Zeit entsprechend, in der Keimung noch etwas zurück waren.

Wickenpflänzchen nach beendigter Keimung gemessen, gaben einen gleichen, nicht unbeträchtlichen Unterschied in der Wurzellänge der Pflänzchen zweier extremer Tiefen.

Die Wurzellänge einer Anzahl Pflanzen

	aus 1 Cent.	und	12 Cent. Tiefe
betrug darnach:	205	und	132 mm.

Diesen Angaben übereinstimmende Unterschiede existirten auch in der Wurzellänge der Linsenkeimpflanzen verschiedener Tiefe bei beendigter Keimung, welche nachfolgend Erwähnung finden werden.

Hinsichtlich der Beschaffenheit von erwachsenen Erbsenkeimpflanzen verschiedener Tiefe bedarf es wol nach alledem, was bisher über die Grösse der Wurzeln und oberirdischen Theile derselben mitgetheilt wurde keiner ergänzenden Angaben, schon deswegen, weil die möglichen Tiefen für diese Pflanzenart durch grosse Verluste in beträchtlichen Tiefen wesentlich eingeschränkt

werden. Die Beschaffenheit erwachsener Linsen- und Wicken-Keimpflanzen soll dagegen noch einige weitere Feststellung erfahren. Von den im freien Lande ausgeführten Ansaaten wurde mannigfaches Material gewonnen, welches hierzu brauchbar war, dasselbe wurde auch zu Messungen mehrfach benutzt und sind von den Resultaten dieser Messungen, namentlich zwei Reihen von Zahlen zur Mittheilung geeignet.

Die Wickenpflänzchen, deren Grösse nachfolgend angegeben wird, stammten von der Ansaat 5 im August, die Ansaat fand für jede Tiefe in drei Reihen statt, deren eine für vorliegenden Zweck verwendet wurde. Die Grösse der erwachsenen Keimpflanzen stellte sich wie folgt heraus.

Pflanzen von:	1	3	6	9	12	Cent. Tiefe.
Länge der Pflanzen über der Erde:	154	128	130	112	108	mm.
Blätterzahl:	4,8	4,3	4,6	4,6	4,0	
Breite und	8,1	7,0	7,5	6,2	5,0	
Länge der Blättchen:	23,7	19,7	21,0	20,3	20,3	

Die Entwickelung der Nebenaxen hatte an diesen Pflänzchen nur in sehr untergeordnetem Grade erst stattgefunden, und zwar gleichmässig an Pflanzen aller Tiefen, dagegen bildeten die beiden anderen Reihen dieser Ansaat, welche im Boden verblieben waren, später sehr kräftige Nebenaxen. Andere Wickenansaaten, auch Pflanzen grösserer Tiefe z. B. diejenigen von 8 und 12 Cent. Tiefe der Ansaat, welche in der ersten Zeit bei 7,5° Wärme gekeimt hatten gaben bis zu beendigter Keimung beträchtlichere Nebenaxenbildung. Geringere Wärme scheint überhaupt dem Gedeihen der Wicken, namentlich aber der Entwickelung der Keimpflanzen derselben, förderlicher zu sein. Die Linsenkeimpflanzen, welche nachfolgend noch Erwähnung finden, stammten von der Ansaat 3 im Juni, sie besassen eine sehr reichliche Nebenaxenentwickelung und waren hierin namentlich die Pflanzen tiefer Stellung zum Boden von Interesse. Man sollte glauben, dass die Nebenaxenbildung an Pflanzen solcher Art behindert sein müsste, da gewöhnlich an Pflanzen seichter Bodenstellung aus der Axel des 1. und 2. Blattes Nebenaxen entstehen, es werden aber, wenn die ersten Internodien im Boden stecken,

dafür aus den Axeln höher liegender Blätter Axen gebildet und ist dem zufolge, wenigstens bis zu beendigter Keimung die Zahl und Grösse der an Pflanzen verschiedener Tiefe vorkommenden Nebenaxen unter Umständen nicht gar erheblich verschieden.

In nachstehender Zusammenstellung ist auf die Beschaffenheit der Nebenaxen Rücksicht genommen, die Streckung der unteren Internodien hatte für Pflanzen von 1 und 12 Cent. Tiefe unter den obwaltenden Wärmeverhältnissen des Bodens im Wesentlichen die gleiche Ausdehnung genommen, wie vordem beim Wachsthum von Linsenpflanzen, welche unter 7,5° Wärme keimten. Zum Beleg hierfür sind die Längen der unteren Internodien von Pflänzchen vorliegender Ansaat aufgeführt. Die Verluste dieser Ansaat in grösseren Tiefen waren nicht gar erhebliche.

Länge der unteren Internodien von Pflanzen aus 1 und 12 Cent. Tiefe.

	1 Cent.	12 Cent. tief.
Länge von den Cotyledonen		
c. zum ersten	10,7	100,1 mm.
vom ersten		
d. zum zweiten	7,1	25,0
vom zweiten rudimentären		
e. zum ersten gestielten Blatte:	13,5	27,0

Linsen 1 Cent. tief.

Länge der Hauptaxe über der Erde: 162 mm. (aus 20 Pflanzen).

Samen der Axenlängen für eine Pflanze: 247. (aus 20 Pflanzen).

Durchschnittliche Wurzellänge: 207.

(aus 30 Pflanzen 163).

(aus 30 Pflanzen 251).

71 Pflanzen besassen 1 Axe oder eine 2. sehr verkürzte Nebenaxe.

85 Pflanzen 2 Axen. Nebenaxen aus der Axel des obersten, rudimentären Blattes, zuweilen kurze 3. Axe aus dem des unteren rudimentären Blattes.

25 Pflanzen 3 Axen. Nebenaxen aus den Axeln des ersten und zweiten rudimentären Blattes.

Linsen 4 Cent. tief.

Länge der Hauptaxe über der Erde: 163

Summe der Axenlängen: 247

Wurzellänge: 141

73 Pflanzen 1. Axe oder ganz kurze 2. Axe.

80 Pflanzen mit 2 Axen.

15 Pflanzen mit 3 Axen.

Linsen 8 Cent. tief.		
Länge der Hauptaxe über der Erde:	141	77 Pflanzen 1 Axe.
Summe der Axenlängen:	252	90 Pflanzen 2 Axen.
Wurzellänge:	145	9 Pflanzen 3 Axen.
Linsen 12 Cent. tief.		
Länge der Hauptaxe über der Erde:	166	95 Pflanzen 1 Axe.
Summe der Axenlängen:	232	86 Pflanzen mit 2 Axen aus der Axel des oberen, rudimentären, oder ersten gestielten Blattes.
Wurzellänge:	128	

Nach den bisherigen, aus den Versuchen mit Keimpflanzen abzuleitenden Resultaten der Untersuchung sind tiefere Ansaaten ein Erschwerniss für die Entwickelung der oberirdischen Pflanzentheile, welches je nach den Umständen mehr oder weniger leicht überwunden wird; ferner tritt namentlich häufig bei grösserer Wärme an Pflanzen tiefer Ansaat beim Hervorstreben aus der Erde das Zugrundegehen des obersten Stückes der Axe mit der Blattknospe ein.

Hinsichtlich der Grösse und Gestalt, welche in weiterer Entwickelung, bis zu beendigter Keimung erreicht werden, begleichen sich mehr oder weniger nach Erreichen der Erdoberfläche die Pflanzen tiefer Stellung in der Erde mit denen seichterer Ansaaten. Wesentlich verschieden gestaltet sind seicht oder tief aus der Erde wachsende Pflanzen im untersten Axenstücke, durch Streckung der Zellen, betreffentlich durch Produktion von Zellen wird es in der erforderlichen Länge hergestellt. Der Transport der Reservenahrungsstoffe nach aufwärts muss bei Vorhandensein eines längeren Axenstückes im Wesentlichen gleich gut von Statten gehen, wenigstens spricht dafür die verhältnissmässige Gleichartigkeit erwachsener Keimpflanzen verschiedener Tiefe. Die Unterschiede aber, wie sie zu Ungunsten tieferer Ansaaten zu beobachten sind, lassen sich aus der verzögerten Entwickelung der oberirdischen Theile erklären, zum Theil vielleicht auf minder gute Beschaffenheit des Wurzelsystems zurückführen.

Die vorgehenden Angaben entsprechen theilweise den natürlichen Voraussetzungen, welche sich hinsichtlich der zweckmässigsten Lage der Samen in der Erde machen lassen; denn

abgesehen der aus Versuchen gewonnenen Erfahrungen scheint, wenn man lediglich nach der Beschaffenheit des Keimes urtheilt, eine leichte Bedeckung des Samens mit Erde, namentlich bei einigermassen feuchten Boden zweckmässig, für die Entwickelung der Pflanzen deswegen vortheilhaft, weil unter solchen Umständen den verschiedenen Erfordernissen der einzelnen Theile der Keimpflanzen gleich bei beginnender Keimung am leichtesten und vollständigsten entsprochen wird. Die Wurzeln können sich der Erde, derer sie bedürfen, direkt zuwenden, die Cotyledonen sind vor dem Austrocknen geschützt, bei hinlänglich feuchtem Boden kann ihnen das unentbehrliche Wasser zugeführt werden, während andererseits die oberhalb der Cotyledonen gelegenen Theile die Erdoberfläche leicht erreichen. Durch grosse Trockenheit des Bodens werden die Verhältnisse bei der Keimung voraussichtlich modificirt, die Keimung kann ganz gehindert, verzögert, oder mannigfach gestört werden. Diesen Umständen ist in den vorgehenden Versuchsreihen nicht specieller nachgegangen worden, vielmehr wurde den Ansaaten bei eintretender grösserer Trockenheit die nöthige Feuchtigkeit künstlich zugeführt. Nur die Ansaat 4 vom Juli war den natürlichen Feuchtigkeitsverhältnissen fast ganz überlassen worden, es existirte aber zu der Zeit, in welcher sich die Pflanzen derselben entwickelten, ziemliche Trockenheit.

War es eine Bestätigung der natürlichen Voraussetzungen, dass von Ansaaten mit leichter Bedeckung der Erde günstige Ergebnisse erzielt wurden, so konnten lediglich durch Erfahrung die weiteren Thatsachen über die Zahl in bestimmter Tiefe keimender Samen, so wie dass kein erheblicher Abfall in der Qualität der Pflanzen bei zunehmender Tiefe auftrete, ermittelt werden. Bessere Beschaffenheit von Pflanzen grösserer Tiefen schien nach der Struktur derselben, da in der Existenz eines längeren unterirdischen Axenstückes absolut kein Gewinn erblickt werden konnte, ausgeschlossen; doch wurde auch hier durch die Erfahrung, in der Bewurzelung des unterirdischen Axenstückes, etwas die Beachtung erforderndes gefunden. Uebernahm das unterirdische Axenstück entsprechend seiner Länge annähernd die Function eines gleichlangen Wurzelstückes, dann war es möglich, dass bei hinreichender Länge der Hauptwurzeln

den Pflanzen beträchtlicher Tiefstellung ein grösseres Bodenstück, in welches Nebenwurzeln ausgeschickt werden konnten, wie Pflanzen seichterer Erdstellung, zur Fügung stand.

Derartige Betrachtungen verloren allerdings durch die Thatsache, dass grössere Tiefen, welche hierin nur erheblicher in Betracht kommen konnten, wegen zu grosser Verluste an Samen meist unmöglich seien, sehr an Bedeutung, demnach blieb in allen Beziehungen die wesentlichste Aufgabe, die Qualität der Pflanzen mittlerer Tiefen festzustellen. Es ist dies hinsichtlich der Keimpflanzen vorgehend schon ausgeführt worden und soll im Folgenden auf die späteren Entwickelungszustände der Pflanzen ausgedehnt werden. Vorgehend ist aber noch der Bewurzelung des unterirdischen Axenstückes, wie sie sich an Keimpflanzen und vorgreifend an den Pflanzen in späteren Lebenszuständen herausstellt, mit Berücksichtigung der gesammten Bewurzelung von Pflanzen verschiedener Tiefe noch mit einigen Worten zu gedenken.

Entsprechend früheren Messungen wurde festgestellt, dass von seichteren Ansaaten Keimpflanzen mit längeren Hauptwurzeln erhalten werden und auch anderweitige Beobachtungen ergaben nicht blos längere Hauptwurzeln, sondern ein ausgesprochen kräftigeres Wurzelsystem derartiger Pflanzen. Die Bewurzelung des unterirdischen Axenstückes müsste nun für tiefstehende Pflanzen ein Ersatz für die geringere Ausbildung des an der Hauptwurzel zur Entwickelung gelangenden Wurzelsystems sein, das ist aber nach allen Beobachtungen durchaus nicht der Fall; zuweilen ist die Bewurzelung des unterirdischen Axenstückes in früheren Lebenszuständen eine ziemlich allseitige, weiterhin scheinen aber die Wurzeln theilweise wieder zu Grunde zu gehen, die Fähigkeit des unterirdischen Axenstückes, Wurzeln zu bilden, erlischt bald, und meist ist die Bewurzelung überhaupt sehr unregelmässig und unbedeutend. Die gebildeten Wurzeln stehen dann, wie es an fruchtreifen Pflanzen beobachtet wurde, einzeln, eine derselben wird zuweilen mächtig entwickelt und vielfach verzweigt, grössere Stengelstücke sind von Wurzeln ganz entblösst, eine regelmässige Folge, wie sie seiten der Nebenwurzeln an der Hauptwurzel auftritt, ist nicht zu beobachten. Thatsächlich tiefer in der Erde stehen aber mit der Hauptmasse

ihrer Wurzeln Pflanzen tiefer Bodenstellung, auch reichen ihre Hauptwurzeln an Keimpflanzen, wie einige Messungen ergaben, trotz geringerer Länge, wie die der Wurzeln seichtstehender Pflanzen, in tiefere Bodenschichten hinein.

Die Beschaffenheit betreffentlich das weitere Wachsthum der Hauptwurzel und des an ihr zur Entwickelung gelangenden Wurzelsystems, von beendigter Keimung an, bis zur Fruchtreife der Pflanzen ist an Pflanzen verschiedener Tiefe durch genauere Messungen nicht festgestellt worden, theilweise begleichen sich wol die vorhandenen Differenzen. Ueber die Ernährung der Pflanzen in späteren Lebenszuständen gibt aber die Masse von Substanz, welche unter verschiedenen Tiefen producirt wird, am besten Auskunft. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Ansaaten Nr. 1, 2 und 5, deren Pflanzen gewogen wurden, zusammengestellt.

Um die vorliegende Frage nach allen Richtungen gehörig behandeln zu können, ist unterstützend für das Urtheil, auf die Qualität von Pflanzen solcher Tiefen, von denen schon nachgewiesen war, dass sie unter Umständen oder immer in Betracht der Zahl der erhaltenen Pflanzen praktisch nicht ausführbar seien, Rücksicht genommen worden.

Alle Pflanzen der Ansaat Nr. 5 wurden gleichzeitig in frischem Zustande gewogen. Die Erbsen befanden sich im Beginn der Blüthe, die Linsen und Wicken standen in kräftiger Vegetation und hatten noch keine Blüthen entwickelt.

Pflanzen der Ansaat Nr. 5.

Erbsen.
Erste Reihe.

Tiefstellung:	1	3	6	9	12	Centimeter.
Zahl der angesäten Samen:	30	30	30	30	30	
Zahl der Pflanzen:	27	24	9	16	11	
Gewicht derselben in Gramm:	485	455	157	197	179	
Gewicht von 100 Pflanzen:	1796	1895	1744	1231	1627	

Zweite Reihe. Zwei Tage später angesät.

Tiefstellung:	1	3	6	9	12	Centimeter.
Zahl der angesäten Samen:	20	20	20	20	20	
Zahl der Pflanzen:	12	12	12	16	13	
Gewicht derselben:	172	175	135	74	107	
Gewicht von 100 Pflanzen:	1433	1458	1125	462	823	

Linsen.

Erste Reihe.

Tiefstellung:	1	3	6	9	12	Centimeter.
Zahl der angesäten Samen:	30	30	30	30	30	
Zahl der Pflanzen:	30	28	28	25	22	
Gewicht derselben:	313	263	286	172	160	
Gewicht von 100 Pflanzen:	1043	939	1022	688	727	

Zweite Reihe. Zwei Tage später angesät.

Tiefstellung:	1	3	6	9	12	Centimeter.
Zahl der angesäten Samen:	22	22	21	—	21	
Zahl der erhaltenen Pflanzen:	21	16	16	—	17	
Gewicht derselben:	150	147	115	—	97	
Gewicht von 100 Pflanzen:	714	918	718	—	570	

Wicken.

Erste Reihe.

Tiefstellung:	1	3	6	9	12	Centimeter.
Zahl der angesäten Samen:	32	30	32	28	28	
Zahl der erhaltenen Pflanzen:	29	25	28	25	24	
Gewicht derselben:	187	282	247	219	200	
Gewicht von 100 Pflanzen:	644	1128	882	876	833	

Zweite Reihe.

Tiefstellung:	1	3	6	9	12	Centimeter.
Zahl der angesäten Samen:	20	20	20	20	20	
Zahl der erhaltenen Pflanzen:	12	18	18	13	15	
Gewicht derselben:	55	80	119	87	100	
Gewicht von 100 Pflanzen:	458	500	661	669	666	gr.

Nach vorstehender Tabelle war das Resultat von beiden Reihen der Erbsen ein übereinstimmendes, und zwar gaben Pflanzen von 3 Cent. Tiefe den besten Ertrag, von 6 Cent. abwärts beträchtlich geringeren, ebenso wurde von Linsenpflanzen beider Reihen aus 1 bis 6 Cent. Tiefe der beste Ertrag erzielt. Die beiden Reihen der Wicken lieferten dagegen nicht so übereinstimmende Zahlen. Die erste Reihe der Wicken mit einer grösseren Zahl Pflanzen, gab allerdings wiederum ein sehr klares Bild, die Pflanzen von 3 Cent. Tiefe waren in allen Beziehungen am günstigsten gewachsen, die Zahlen für diejenigen von grösserer Tiefe fielen gleichmässig ab, dagegen waren die Pflanzen von 1 und 3 Cent. Tiefe der 2. Reihe ungünstiger, wie tiefer stehende entwickelt, lokale ungünstige Einflüsse hatten wahrscheinlich ein gedeihlicheres Wachsthum der Reihe von 3 Cent. Tiefe verhindert. Die beste Ziffer lag hier offenbar in Rücksicht der Zahl der Pflanzen, des direkten Ertrages und des Procentsatzes bei 6 Cent. Tiefe.

Ueber die Ansaaten Nr. 1 und 2, welche der Fruchtreife zugingen, lassen sich nachfolgende Zahlen mittheilen. Die Pflanzen wurden im lufttrockenen Zustande gewogen, und zwar besassen die Erbsen meist reife, die Wicken annähernd reife Früchte, die Linsen befanden sich im Zustande nach beendigter Blüthe mit mehr oder minder entwickelten Früchten. Bei fruchttragenden Pflanzen konnte allerdings der Verlauf der Befruchtung auf das Gewicht derselben sehr beeinflussend gewirkt haben; es war daher nicht ohne Bedenken, Unterschiede im Gewichte der Pflanzen auf die Stellung zum Boden zurückführen zu wollen, immerhin glaube ich auch hier einige brauchbare

Werthe gefunden zu haben. Ergänzend reihen sich diese mit mehr oder minder Schärfe den vorgehenden Zahlen, welche aus den Gewichten frischer Pflanzen gewonnen wurden, an. Bei Benutzung der Pflanzen musste mit einiger Auswahl verfahren werden, es waren natürlich alle Pflanzen, welche mit der Tiefe ausser Beziehung stehende Schädigungen zeigten, zu entfernen. Die Erbsen gaben wiederum in mittleren Tiefen den besten Ertrag.

Erbsen.
Ansaat Nr. 1.

Tiefstellung:	1	3	5	7	9	12 Centimeter.
Erhaltene Pflanzenzahl von je 30 Samen:	28	28	30	27	24	26
Gewicht derselben in Gramm:	39	44	45	42	36	31
Demnach Gewicht von 100 Pflanzen:	139	157	150	155	150	119

Ansaat Nr. 2 von je 100 Samen.

Tiefstellung:	1	12	3	6	Centimeter.
Zahl der Pflanzen:	86	59	96	83	
Gewicht derselben:	114	71	104	89	
Gewicht von 100 Pflanzen:	132	120	108	107	gr.

Direkt vergleichbar waren die Pflanzen der Ansaat Nr. 2 aus 1 und 12 Cent. und anderseits aus 3 und 6 Cent. Tiefe, welche Reihen je zu 2 nebeneinander emporgewachsen.

Rücksichtlich der Masse dessen, was producirt wurde, liess sich bei dem Heranwachsen der Pflanzen eine ganz regelmässige Stufenfolge, ohne jede Wägung und Messung von der seichtesten zur tiefsten Lage abfallend, beobachten. Es spricht sich dies unter den vorliegenden Zahlen in den Ziffern des direkten Ertrages aus, hinsichtlich der Zahlen des Procentsatzes von Pflanzen verschiedener Tiefe muss der getrennte Ort an dem, wie erwähnt, einerseits die Pflanzen von 1 und 12 Cent., anderseits die von 3 und 6 Cent. Tiefe standen, berücksichtigt werden.

Von den Linsenpflanzen der Ansaaten Nr. 1 und 2 wurden die folgenden Zahlen erhalten. Die Pflanzen der Ansaat Nr. 2 aus 3 und 6 Cent. und anderseits von 1 und 12 Cent. Tiefe waren nebeneinander emporgewachsen. Aus 1 und 6 Cent. Tiefe wurden je 50 Pflanzen, welche zum Wiegen geeignet waren, verwendet; aus 3 und 12 Cent. Tiefe sämmtliche Pflanzen, die gewachsen waren. Von der Ansaat Nr. 1 waren die Pflanzen aus 3 und 12 Cent. Tiefe zum Wiegen und Vergleichen brauchbar.

Linsen.

Ansaat Nr. 1

Tiefstellung:	3	12	Centimeter.
Zahl der Pflanzen:	30	26	
Gewicht derselben in Gramm:	122	85	
Gewicht von 100 Pflanzen:	406	326	

Ansaat Nr. 2 je 100 Samen.

Tiefstellung:	1	12	3	6 Centim.
Zahl der erhaltenen Pflanzen:	80	76	98	67
Gewicht:	von 50	von 76	von 98	von 50 Pflanzen
	66	80	95	60
Gewicht von 100 Pflanzen:	132	105	96	120 gr.

Hinsichtlich der Ansaat Nr. 2 war vorstehenden Zahlen entsprechend aus 3 Cent. Tiefe dem Gewichte nach mehr, wie aus 12 Cent. Tiefe direkt producirt worden, nach dem Procentsatze waren die Pflanzen aus 1 und 6 Cent. Tiefe wesentlich günstiger, wie diejenigen aus 12 Cent. Tiefe beschaffen. Der ungünstige Procentsatz von 3 Cent. Tiefe muss aber, wie die Procentsätze der Pflanzen von Nachbartiefen zu 1 und 6 Cent. lehren, zur Tiefstellung ausser Beziehung stehen. Ueber das Verhältniss von 3 zu 12 Cent. Tiefe gaben die Pflanzen der Ansaat Nr. 1 eine richtige Vorstellung, und zwar für Pflanzen von 3 Cent. Tiefe im direkten Ertrage, wie dem Procentsatze höhere Zahlen.

Aehnliche Unterschiede zu Gunsten von Pflanzen seichter und mittlerer Tiefstellung lieferten die Wickenpflanzen beider

Ansaaten. Von der Ansaat Nr. 1 konnten sämmtliche aus 1, 3 und 12 Cent. Tiefe gewonnene Pflanzen zum Vergleichen und Wiegen verwendet werden und ebenso alle Pflanzen der 2. Ansaat aus 1, 3, 6 und 12 Cent. Tiefe.

Wicken.

Ansaat Nr. 1 je 30 Samen.

Tiefstellung.	1	3	12 Cent.
Zahl der Pflanzen:	27	27	30
Gewicht derselben in Gramm:	60	60	52
Gewicht von 100 Pflanzen:	222	222	173

Ansaat Nr. 2 je 100 Samen.

Tiefstellung.	1	3	6	12 Cent.
Zahl der Pflanzen:	71	84	85	68
Gewicht derselben:	120	124	83	77
Gewicht von 100 Pflanzen:	169	147	97	113 gr.

Die Pflanzen aus 6 Cent. Tiefe der Ansaat Nr. 2 hatten jedenfalls mit der Tiefe ausser Beziehung stehenden ungünstigen Verhältnissen unterlegen. Die übrigen Zahlen in Uebereinstimmung mit den von der Ansaat Nr. 1 erhaltenen, zeigen in dem direkten Ertrage und dem Procentsatze für Pflanzen von 1 und 3 Cent. Tiefe günstige Resultate; gleichmässig unterscheidet sich davon die Procent- wie die Ertragsziffer der Pflanzen aus 12 Cent. Tiefe beider Ansaaten.

Aus allen Zahlenangaben über die Pflanzen der Ansaaten Nr. 1, 2 und 5 lässt sich wohl ausreichend sicher erkennen, dass lebhaft vegetirende, blühende und in Fruchtentwickelung stehende Pflanzen von seichter oder beträchtlicher Tiefstellung, anstatt des baldigen Verwachsens aller Unterschiede, die sie bei beendigter Keimung besassen, bleibende Verschiedenheiten zeigen. Es sind die Pflanzen seichterer Ansaaten kräftiger entwickelt, die Pflanzen beträchtlicherer Tiefstellung dagegen geringer gestaltet. Auch auf die Blüthen- und Fruchtentwickelung bleibt die Tiefstellung nicht ohne Einfluss, Unterschiede, welche hierin vorhanden sind, wurden durch die verschiedenen Gewichte von seicht oder tief zum Boden stehenden fruchttragenden Pflanzen kenntlich. Alle Resultate, welche im Laufe der Untersuchung gewonnen wurden, lassen sich in Folgendem zusammenfassen.

Die seichtesten Ansaaten von 1 Cent. Tiefe sind als unsicher zu bezeichnen, sehr abhängig von dem Feuchtigkeitsgehalte der obersten Bodenschichten und zwar überträgt sich der schwankende Erfolg aus Ansaaten der seichtesten Tieflagen nach vorliegenden Erfahrungen bis zur Blüthe und Fruchtreife der Pflanzen.

Unter Umständen können die Pflanzen solcher Tiefen die besten Resultate liefern, sicherer sind für Linsen und Wicken Ansaaten von 3 bis höchstens 6 Cent. Tiefe, für Erbsen von 3 bis 4 und 5 Cent. Tiefe. Tiefere Ansaaten, wie die angegebenen, bringen mehr oder minder beträchtliche Verluste mit sich, mit grösserer Tiefe wird die Entwickelung der Pflanzen immer mehr verzögert. In der Qualität sind erwachsene Keimpflanzen wie blühende und fruchttragende Pflanzen von vorgenannten mittleren Tiefen mehr oder weniger gleichartig, dagegen wird die Qualität der Pflanzen mit grösserer Tiefe eine geringere. Nach vorstehenden Auseinandersetzungen existirt eine gewisse Breite der Bodentiefen, innerhalb der der beste Ertrag nach Zahl und Beschaffenheit der Pflanzen gewonnen werden kann. Sollte es sich nun darum handeln, die stattgefundenen Untersuchungen praktisch zu verwerthen, die zweckmässigste Tiefe für die Unterbringung auszuwählen, so müssten die äusseren Verhältnisse, welche sich regeln oder voraussehen lassen, berücksichtigt werden und wäre in den vorgezeichneten, zweckmässigen und möglichen Tiefen der Raum gegeben, innerhalb dessen, je nach den äusseren Umständen variirt werden könnte.

In letzterer Beziehung müsste aber die Wärme und die Feuchtigkeit der Erde vorzüglich beachtet werden und zwar wäre bei grosser Trockenheit des Bodens und leicht austrocknendem Boden etwas tiefer anzusäen, hinsichtlich der obwaltenden Bodenwärme das zu berücksichtigen, was in vorliegender Arbeit über die Einwirkung dieses Factors auf die Keimung der Samen und die Entwickelung der Pflanzen gesagt wurde.